LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERIES
INVESTIGATIONS
FEB 9 1954

農林省
水産講習所研究報告

第3巻　第2号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 3 No. 2

Contributions from the Shimonoseki College of Fisheries Nos. 78-89

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和28年11月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
NOVEMBER 1953

農林省
水産講習所研究報告

第3巻　第2号

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和28年11月発行)

目　　次

罐詰製造の化学的研究（第2報）

銅の微量定量法に就いて・・・・藤井実・河内正通・江良至徳・・・・・・・・・・ 1

ドジョウ卵巣の成熟過程に就いて

第3報　ホルモン添加餌料による卵巣の成熟促進・・・・久保田善二郎・・・・・・ 5

水産凍製品の比抵抗について・・・・深　沢　文　雄・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究

(1) 鰓の繊毛運動に就いて・・・・小林　博・松井厚平・・・・・・・・・・・・・ 17

STUDIES ON YOSA-NAIKAI

2. CONSIDERATIONS UPON THE RANGE OF THE STAGNATION AND THE INFLUENCES BY THE RIVER NODA AND THE OPEN SEA.・・・・Hiroshi MAEDA・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27

STUDIES ON YOSA-NAIKAI

3. ANALYTICAL INVESTIGATIONS ON THE INFLUENCE OF THE RIVER NODA AND THE BENTHONIC COMMUNITIES・・Hiroshi MAEDA・・・ 35

網糸の研究（III）

合成繊維の性質について（2）・・・・深沢文雄・増崎謙二・・・・・・・・・・・ 45

網糸の研究（IV）

糸の機械的性質に就いて（2）・・・増崎謙二・深沢文雄・・・・・・・・・・・・ 51

THE RELATION BETWEEN CHLORINITY AND SILICATE CONCENTRATION OF WATER OBSERVED IN SOME ESTUARIES. II.・・・・Hiroshi MAEDA・・・・・ 61

工場廃水に関する研究

第2報　金属工場廃水の有害成分と水質汚濁に就いて・・・・赤築敬一郎・・・ 75

工場廃水に関する研究

第3報　金属工場酸洗廃液の新処理法に就いて（1）・・・・赤築敬一郎・・・ 81

鯨血粉の餌料価値について

(1) 稚鯉の飼育試験並びに消化率について・・赤築敬一郎・武居　薫・松井　魁・・ 87

THE USEFULNESS OF THE ECHO-SOUNDER AS THE DETECTOR FOR SARDINE SCHOOLS FROM THE STATISTICAL POINT OF VIEW.・・Itsuro TESHIMA・・ 91

罐詰製造の化学的研究（第2報）

銅の微量定量法に就いて*

藤井　実・河内　正通・江良　至徳

Chemical Studies on the Process of Canned Food (2).
On the Micro-Determination of Copper.

By
Minoru FUJII · Masayuki KOCHI · Shitoku ERA

We isolated and determined by means of dithizon the micro-copper ion in the solution containing other metallic ions. Datails of the procedure are as follows:

Copper ion is separated by heating copper-compounds with 4 ml of a mixture consisting of 3 parts nitric acid, d. 1.42 and 1 part hydrochloric acid, d. 1.2 and with 0.3g of powdered potassium nitrate.

The solution is evaporated nearly to dryness and diluted with a little water.

After adding hydrochloric acid to make it 0.3 N, the copper solution is heated to boiling, and introduced hydrogen sulfide until it became cold. So separated copper ion was determined by dithizon solution.

We could determine 3 of copper in 1 cc solution, the minimum, by this method.

緒　　言

罐詰製造の工程中に於いて其の器具の一部に銅製品を用いた場合，化学処理の方法に依つては著量の銅イオンが溶出されることを知つた[1]。　銅イオンの定量に関し従来行われている重量法及びシアン化加里を用いる容量法もその操作が相当煩雑で且微量測定用としては不向きである。ヂチゾンに依る銅イオンの比色定量法が H. FISCHER[2] 氏により提唱されているが標準液調製等測定上に尚不便の点があるので，著者等は抽出滴定法を本測定に応用することに依り好結果を得た。併し水銀，金，銀或は鉄イオン等が混在する場合には直接本法を適用し得ない。而して罐詰中には鉄イオンの存在或は溶出が考えられるので之の妨害イオンを除去する必要がある。即ち銅イオンを酸性溶液に於いて硫化銅として捕捉すると共に鉄イオンの沈澱を防ぎ，沈澱を再び分解して銅イオンを遊離せしめて定量した。

実　驗　の　部

（1）試料の処理方法

---

* 水産講習所研究業績 第46号.
1951年5月日本農芸化学会臨時大会（於京都）にて発表.

固体試料は灰化し，其の水浸出液或は液体試料一定量に濃硝酸（比重 1.42）3cc，濃塩酸（比重 1.2）1cc 及び硝酸加里 0.3g を加えて微弱な沸騰を持続せしめて分解を行い，殆ど蒸発乾固の状態に致らしめる。之に少量の水を加えて更に濃塩酸を加え，0.3 N 塩酸溶液となし加温し硫化水素を飽和する迄吹き込む。此の際異色の沈澱物が生成する．沈澱を遠心分離して溶液を分離し，0.4N 醋酸液で良く洗滌して磁製蒸発皿に移し，再び上記分解剤を加えて分解を行う。此の分解は一回で充分である。かくして得た試料溶液に就いて抽出滴定を行う。

（2）実測値と理論値の比較

N/1000硫酸銅溶液（F＝0.755）5,10,20 及び 30cc を夫々三角瓶にとり，3 N 塩酸及び蒸溜水を加えて夫々約0.3 N 塩酸溶液10ccとなし，上述の方法により銅を分離定量した。其の際硫化物を除去した濾液をヂチゾンで検したが銅の反応は全然認められなかつた。尚試料を除いた試薬で盲検を行い，其の値を本実験値より差引いた。実験の一例を示すと第一表の如くである。

Table 1.　Comparison of observed value with theoretical value.

$N/1000\ CuSO_4$ (cc) (F=0.755)	5	10	20	30
Cu^{++} (calculated value) (γ)	119.93	239.86	479.72	719.58
Cu^{++} (observed value) (γ)	125.93	256.76	498.91	762.75
Deviation (%)	+5	+7	+4	+6

此の表より明かな様に分離定量の諸段階に於ける銅イオンの損失は殆どなくむしろ実験値が理論値を上廻る結果を得ている。之は抽出滴定上の誤差であると考える。

（3）硫化銅沈澱の可視限界に就いて

硫化銅の溶解積は極めて小さいものであるが実験操作上肉眼的に其の沈澱を認知し得る限界濃度を知る必要がある。依つて前記 N/1000 硫酸銅溶液 1,2,3,4 及び 5cc を夫々三角瓶に採つて塩酸酸性となし，全量を 10cc として之より硫化銅を沈澱せしめ銅イオンを測定した。実験結果は第2表の通りである。

Table 2.　The minimum limit of precipitate observed as CuS.

$N/1000\ CuSO_4$ (cc) (F=0.755)	1	2	3	4	5
Cu^{++} (γ) in 1 cc of reaction solution	2.3986	2.3986×2	2.3986×3	2.3986×4	2.3986×5
Visible change	a very little precipitate	clear precipitate	clear precipitate	clear precipitate	clear precipitate
Cu^{++} (γ) (observed)	24.71	49.89	75.56	97.10	124.73
Cu^{++} (γ) (calculated)	23.99	47.97	71.96	95.94	119.93
Deviation (%)	+3	+4	+5	+1	+4

即ち第2表の示す如く硫化銅沈澱物の可視限界は反応液1cc中に銅イオンが約 3γ 存在する場合であると考える。

総　括

著者等は他金属イオンと混在する銅イオンを銅—ヂチゾン抽出法により分離定量することが出来た。此の方法の使用限度は反応液 1cc 中の銅イオン量が約 3γ 以上存在する場合である。

文　献

(1) 藤井実・広高浩二・江良至徳：1951. 罐詰製造の化学的研究（第1報），日本水産学会誌，16 (12).
(2) 内藤多喜夫：1944. 有機試薬による分析法，広川書店，東京.
(3) 阿藤質：1950. 分析化学，培風館，東京.

ドジョウ卵巣の成熟過程に就いて

第 3 報　ホルモン添加餌料による卵巣の成熟促進*

久保田善二郎

On the Maturing Process of the Ovary of Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR).

III. Promotive Action of Mature of the Ovary of Loach bred with the Bait mixed Hormone.

By

Zenziro KUBOTA

Being stocked in the same vessel without giving any baits during about six months, each loach was bred by the following baits a day from May 11 to June 11, 1951.

No. I, II groups　chrysalis (1g) +rice-bran (0.5g).
No. III group　〃　+　〃　+ one frog's hypophysis.
No. IV, V groups　〃　+　〃　+ ovahormone (¼ tablet).

The results are the following:

1) The average egg-diameter on May 11(L_0) was 527.4μ and on June 11 (L_1) was 685.9μ in No.I, II, 760.5μ in No.III, and 918.0μ in No.IV, V.

The increasing coefficient of egg-diameter (L) of each group, $L=\frac{L_1-L_0}{L_0}\times 100$, was 30.05 in No.I,II, 44.19 in No.III, and 74.06 in No.IV,V.

2) The increasing coefficient of body weight(W)of each group, $W=\frac{W_1-W_0}{W_0}\times 100$, ($W_0$, body weight on May 11, W_1, body weight at fixed time), was 55.8 in No.I,II, 42.5 in No.III, and 13.8 in No.IV,V on June 11. These denote all the contrary to the increasing coefficient of egg-diameter.

3) The growth of genital gland after long starvation is faster than that of the natural living loach.

4) In case of giving the frog's hypophysis through the mouth, the promotive action of mature of the ovary is completely inferior to the case of injecting it.

緒　　言

魚類の排卵促進に就いては HOUSSAY (1931)[1] が有来産の小魚 *Cnesterodon decemmaculatus* に他の魚の脳下垂体を注射し，成功して以来多くの研究が行われている[3]。然しその方面の研究は未解決の分野が多く，特にソウギョ等では現在のところホルモン注射による成熟並びに排卵促進は不可能とされて居る[2][8]。筆者はこれ等の人工排卵を可能にするには夫々の魚種に適合したホルモンの組合わせ，並びにその作用をより大きくする為の協働効果物質を

* 水産講習所研究業績 第55号.

見出すことゝ共に，その注射前に卵巣を充分に成熟させておくことが肝要であると思う。それには種々の要素が含まれると思うが，筆者はその一つとして，ホルモン添加餌料によりドジョウ卵巣の成熟促進を試み，好結果を得たので報告する。稿を草するに当り御懇篤なる御指導並に御校閲を賜つた松井魁博士に対し，又実験に御助力下された吉岡俊夫氏に衷心より感謝の意を表する。

材料及び方法

'50年11月16日山口県熊毛郡平生町附近の溝で採捕したドジョウを，他の研究目的で翌年の5月10日迄 50l 入りの壺に無投餌で蓄養したものを使用して，'51年5月11日より同年6月11日に亘る一ケ月間飼育実験を行つた。即ち雌18尾，雄4尾の中，雌2尾のみは直ちに10%フォルマリン溶液で固定し，残魚を第I，第III，第IV群は夫々雌4尾宛，第II，第V群は夫々雌2尾，雄2尾宛に分け，各群共各々泥土2kg，水3l を入れた直径 28.5cm，深さ12.5cm のガラス水槽中に放養した。各群共1日にドジョウ1尾当り乾燥蚕蛹1gと米糠0.5gとを混合し煮沸したものを主餌料とした。

第I，第II群は主餌料のみを投与し，第III群にはアセトンにより脱水した頭胴長 7cm 以上のトノサマガエルの脳下垂体1個宛を，又第IV，第V群には帝国臓器製薬株式会社製の天然卵胞ホルモン．エストロン（$C_{18}H_{22}O_2$）の製剤であるオバホルモン1/4錠（125国際単位）宛を夫々主餌料に添加し，これを充分練つて塊状にしたものを給餌した。給餌は毎日午前10時1回のみとし，その前に必ずサイフォンに依り換水した。各群の成熟過程を調べるには5月23日に第I，第III，第IV群の各1尾宛を，6月1日に第I，第III，第V群の各1尾宛を，又6月11日は各群の残魚を夫々10%ホルマリン溶液で固定後，卵巣を摘出し，それを前部，中部，後部とに三等分し，その前部と後部の卵細胞各々200粒宛（第IV群の6月1日に固定したものゝみは100粒宛）を取出し，その長径を測定した。供試魚の体形は第1表の通りである。

Table 1. Showing the body length (cm) and weight (g) of fish experimented.

Number of group	Sex	Body length	Body weight	Date
I	♀	11.2	8.5	May 23
	〃	10.7	7.6	June 1
	〃	10.2	7.3	〃
	〃	11.4	8.0	〃 11
II	〃	10.9	5.9	〃
	〃	10.4	6.8	〃
	♂	10.4	6.8	〃
	〃	10.8	7.8	〃
III	♀	10.9	7.9	May 23
	〃	10.6	6.8	June 1
	〃	10.2	5.7	〃 11
	〃	11.8	9.9	〃 〃
IV	〃	12.5	11.7	May 23
	〃	11.8	9.7	June 1
	〃	11.4	7.8	〃 11
	〃	13.6	14.7	〃 〃
V	〃	13.7	16.7	June 1
	〃	10.6	8.0	〃 11
	♂	9.7	5.2	〃 〃
	〃	9.7	4.8	〃 〃
Standard	♀	11.2	10.0	May 11
	〃	12.1	11.8	〃 〃

結　　果

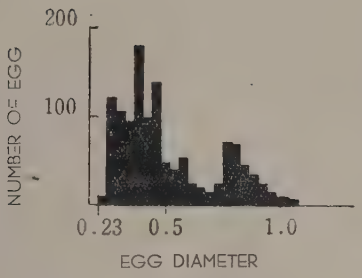

Fig. 1. Showing the relation between number (ordinate) and diameter in mm (abscissa) of ovarian eggs on May 11.

卵径は成熟と共に増大するが，各群の卵径の組成を時期別に示すと第1，2図の通りで，第IV，V群の卵径の増大が顕著である。これ等を更に卵径の大きさにより夫々 230～380μ（E_4），380～580μ（E_3），580～780μ（E_2），780μ 以上（E_1）の4階級に分け，夫々の割合を第3図に示した。これによれば実験開始時の5月11日に於いては E_3 の占める割合が最大であるが，実験終了時の 6月11日では，何れも E_1 が最大で，小卵より大卵えの移行する過程が見られ，特に第IV，V群の E_1 の増大率は大である。

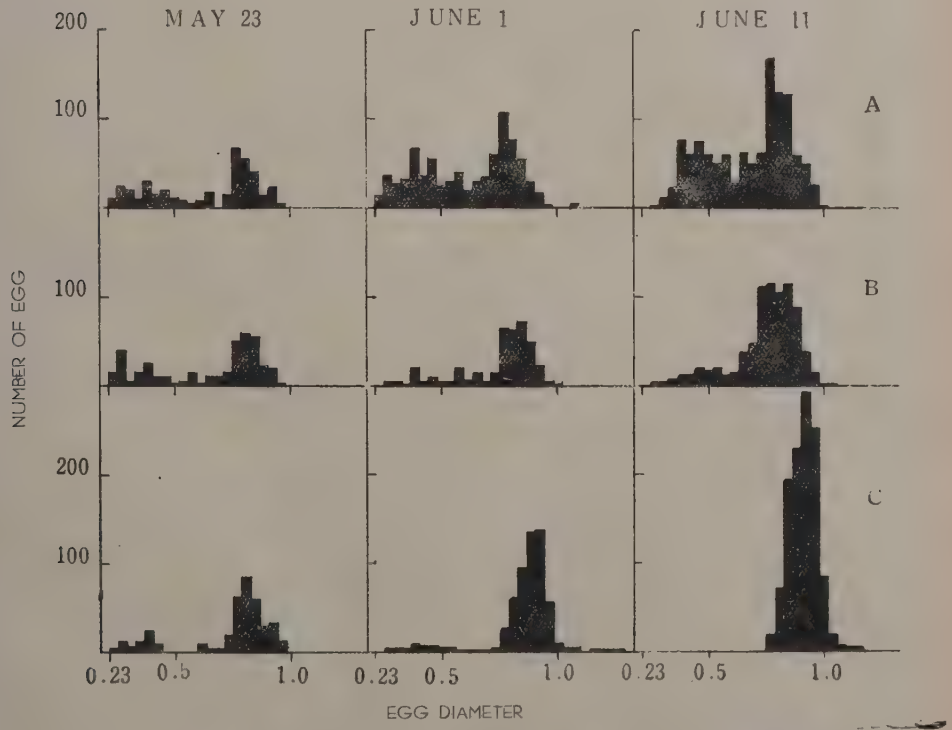

Fig. 2. Variations of number (ordinate) and diameter in mm (abscissa) of ovarian eggs in 3 groups experimented. A, No. I, II groups; B, No. III group; C, No. IV,V groups.

次に餌料別各群の卵径平均値は第4図に示す通りである。

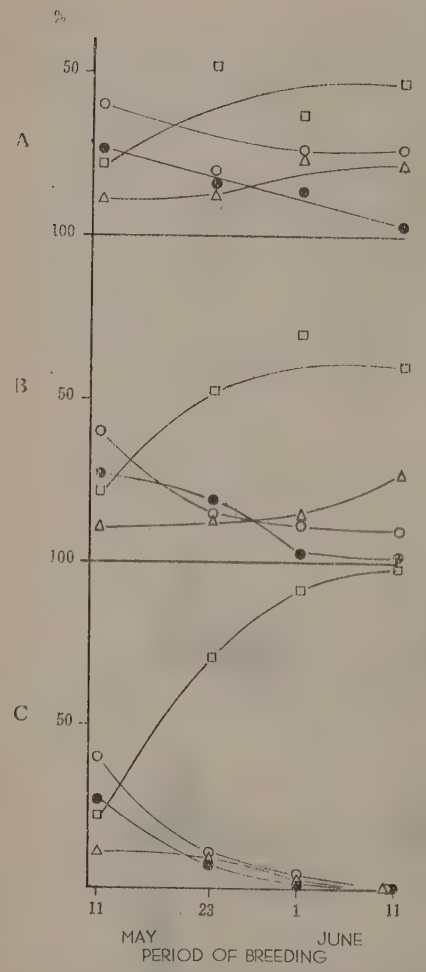

Fig. 3. Variations of diameter of ovarian eggs which were shown in percentage to total number of ovarian eggs classified into 4 groups(E_1—E_4) with diameter during the period of breeding; letters (A—C) in the figure are the same as shown in Fig. 2.
□, E_1, 0.78mm—; △, E_2, 0.58—0.78mm; ○, E_3, 0.38—0.58mm; ●, E_4, 0.23—0.38mm.

Table 2. Showing the increasing coefficient of egg diameter in each group.

Number of group	Increasing coefficient of egg diameter		
	May 23	June 1	June 11
I,II	24.21	18.22	30.05
III	23.70	43.09	44.19
IV,V	40.99	63.65	74.06

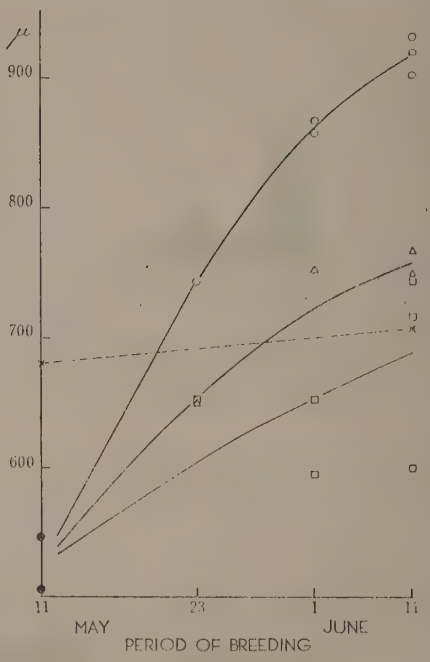

Fig. 4. Showing the diameter of ovarian egg in each group during the period of breeding. □, No. I,II groups; △, No. III group; ○, No. IV,V groups; ●, standardized group; ×, natural living loaches.

これより5月11日並びに固定時の卵径を夫々L_0, L_1とした卵径の増大係数 $L = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$ を求めるとオバホルモン添加餌料群が最大で，脳下垂体添加餌料群がこれに次ぎ，主餌料だけの群が最小である（第2表）。

次に無投餌で蓄養したドジョウの卵巣成熟過程を既報[5]の天然産ドジョウのそれと比較すると，当実験開始時5月11日の卵径は6ヶ月間に亘る無投餌の蓄養の結果，卵巣の成熟が抑制されて天然産に比して著しく小さく，天然産の3月初旬の卵径平均値に相当する。然るに6月11日に於いては，天然産に比べて第I，II群はほぼ等しく，第III群及び第IV，V群は共に大きい。即

ち天然産ドジョウで3ヶ月間を要する卵巣の成熟過程は，最も成熟速度の遅い第I，II群のそれの約1ヶ月に過ぎない。これよりして無投与著蕃後の卵巣の成熟は急速に進行するものと推察される。

次に卵巣重量の体重に対する割合は，大体に於いて増加の傾向が見られる。又その割合と卵径との関係は曲線で示めされる（第5図）。この中で6月1日に固定した第IV，V群の1尾はその割合が極めて小さいが，これは測定前に既に一部が自然排卵しているためだと思う。

次に5月11日の各個体の体重を W_0，固定時のそれを W_1 とし，増重係数 $W=\frac{W_1-W_0}{W_0}\times 100$ を求めると，卵径の増大係数と全く逆の関係を示し，第I，II群が最大で．第IV，V群が最小である（第6図）。又雄の増重係数は，6月11日に於いて第II群 47.2，第V群28.8で第II群の方が大きく，又第II，第V群の雌雄を夫々比較すると，前者は雌の方が，後者は雄の方が大きい。

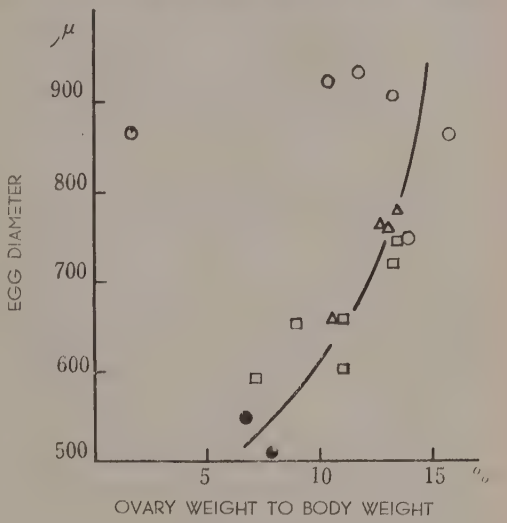

Fig. 5. The relation between ratio of ovary weight to body weight and egg diameter. □, No. I,II groups; △, No. III. group; ○, No. IV, V groups; ●, controls.

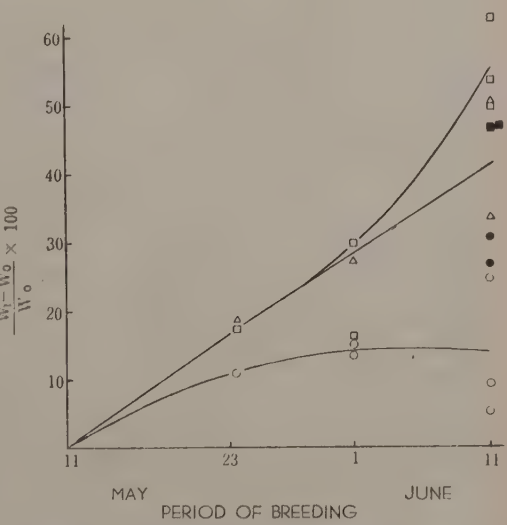

Fig. 6. The relation between the increasing coefficient of body weight, $\frac{W_1-W_0}{W_0}\times 100$ (W_0, body weight on May 11, W_1, body weight at fixed) and dav. □, females in No. I,II groups; ■, males in No. II group; △, No. III group; ○, females in No. IV, V groups; ●, males in No. V group.

考　　察

産卵期に於ける雌ドジョウでは，普通，頭胴長7cm以上のトノサマガエルの脳下垂体3個を注射すれば，卵巣の成熟が促進されて，熟卵を排卵させることが出来るが，経口的には唯対照群に比して若干卵径の増大を示す程度で，その効力は注射に比して甚だ劣る。このことは既に多くの研究者に依つて確認されたところの脳下垂体前葉の生殖腺刺戟物質が，消化液の作用を受けて効力を減退させられる[9]ものと考えられる。

次に雌ドジョウに於いて，各飼料により卵径の増大係数と魚体の増重係数とは逆の関係を示すが，これは生殖腺の成熟が，魚体の増重を阻止する因子

となることをポすもので，松井（1941）[6]，（1942）[7]の成長度の研究で指摘した事実と一致する現象であると思われる。雄ドジョウに於いても，オバホルモン添加餌料給与の場合，増重係数が対照群に比して小さいことは，同ホルモンが雌と同様に生殖腺成熟を促進するものと推察される。これ等の事実より，ドジョウの養殖に際して，親魚と食用に販売する魚の餌料を明確に区別する必要があると考える。

摘　　要

1）約6ヶ月間無投餌で蓄養したドジョウを，主餌料群（蚕蛹と米糠），之にトノサマガエルの脳下垂体を添加した群，同じくオバホルモン錠剤を添加した群に分けて1ヶ月間飼育し，卵径の大きさを比較した。

2）卵径の増大係数は，オバホルモン添加群が最大で，脳下垂体添加群がこれに次ぎ，主餌料群が最小であつた。

3）魚体の増重係数は，主餌料群が最大で，脳下垂体添加群がこれに次ぎ，オバホルモン添加群が最小で，卵径の増大係数とは全く逆であつた。

4）無投餌蓄養後の卵巣の成熟は，天然産のそれに比して急速に進む。

5）脳下垂体を経口的に与えた場合は，注射に比して効力が甚だ劣る。

文　　献

1) Houssay, B.A. : 1931. Action sexuelle de l'hypophyse sur les Poissons et les Reptiles. C.R., Soc. Biol. Paris, 106, 377～378.

2) 川本　信之 : 1950. 草魚 *Ctenopharyngodon idellus* (C. & V.) の生殖腺に対する性ホルモンの影響に就て，魚類学雑誌，1 (1), 8～16.

3) 川村智治郎 : 1947. ホルモンによる魚類の産卵促進，生理生態，1 (2),71～80.

4) 川尻稔・畑久三・村井繁 : 1930. 餌料の品質が鰻の成長，減耗，産卵，孵化等に及ぼす影響，水産研究誌，25 (11), 1～8.

5) 久保田善二郎 : 1952. ドジョウ卵巣の成熟過程に就いて 第1報 天然産ドジョウの卵巣の成熟過程，水産講習所研究報告，2 (1), 35～39.

6) 松井　魁 : 1941. 養殖生物の成長度の研究 第2報 鰻の成長に就て，水産研究誌,36, (11),193～197.

7) 　　: 1942. 養殖魚類の成長度の研究 第4報 鯉及鮒の年令と体長，体重との関係，水産研究誌，37 (9), 157～162.

8) 早栗操・梶川豊明 : 1951. 草魚の成熟促進に関する研究（第3報）主として食餌による成熟促進実験，鳥取水試研究報告，15, 1～6.

9) 竹脇　潔 : 1944. ホルモン，春陽堂.

水産煉製品の比抵抗について*

深沢　文雄

On the Specific Resistance of Fish Cake—"Kamaboko" in Japanese.

By

Fumio FUKAZAWA

Ingredientes of Fish Cake —"Kamaboko" in Japanese are ground meat of fish and dressing materials. It is manufactured by heating ground meat mixed with dressing materials, hence it includes generally 75% of water. The process of its putrefaction is shown as follows:

$$\text{Protein (Myosin, Myogen)} - \begin{matrix}\text{Peptone} \\ \text{Polypeptide} \\ \text{Dipeptide}\end{matrix} - \begin{matrix}\text{Fatty acid} \\ \text{Ammonia} \\ \text{Indol, Scatol, etc.}\end{matrix}$$

It is expected that the specific resistance of the ground meat increases owing to the decrease of water content and the former is inversely as the latter, but the results of the experiment show that the specific resistance mainly depends on the chemical change of protein, and the inverse proportion is not found.

Changes of specific resistance were measured by Kohlrausch's bridge at given times. The changes of specific resistance in process of putrefaction of the ground meat which was heated at various temperatures and then kept at 25−30°C, 60−70% of humidity were shown in the Figs. 1−4. In case of preserve in the saturated vapour, the change of the specific resistance is shown in Fig. 5. The specific resistance of the ground meat is 43−55 ohm cm, and that of "Kama-boko" is 60−70 ohm cm at 25−30°C.

緒　　言

水産煉製品のカマボコは魚肉を原料とし，これの摺身に種々の配合物を混ぜて加温して製せられる。配合物としては食塩，砂糖，味の素，澱紛等の調味料の外に防腐剤が加えられる。特に魚肉蛋白のミオシン，ミオゲンに対しては食塩は重要な関係を有する。このカマボコが摺身→製品→腐敗に至る間の化学変化は大体次のようになるものと考えられている。

$$\text{ミオシン，ミオゲン} \rightarrow \text{可溶性蛋白} \rightarrow \text{凝固蛋白} \rightarrow \begin{matrix}\text{ペプトン} \\ \text{ポリペプチッド} \\ \text{ヂペプチッド}\end{matrix}$$

$$\rightarrow \text{アミノ酸} \rightarrow \begin{matrix}\text{脂肪酸，炭酸ガス，水素，メタン} \\ \text{アンモニヤ} \\ \text{フエノール，スカトール，インドール} \\ \text{メルカプタン，クレゾール，アミン，硫化水素.}\end{matrix}$$

この変化の場合摺身を加熱する時の温度及び加熱後の外的条件としての湿度，温度等により

* 水産講習所研究業績　第58号.

腐敗に至らず乾燥状態に達することもある。この間に於ける比抵抗の変化は化学変化が起らない場合には，その含水率に逆比例していく筈であるが実験の結果によれば上記の蛋白の化学変化が生ずるため逆比例せず，腐敗の終期迄には3つ若しくは4つの比抵抗の極大値がみられる。魚肉の電気抵抗に関して田村氏[1]，又摺身に関しては清水氏[2]，平野氏[3]の報告があり，魚肉蛋白の電気抵抗に関しては山田，北野氏[4]の報告がある。本実験では夏季に於けるカマボコの摺身及び製品の比抵抗の変化を測定してみた。

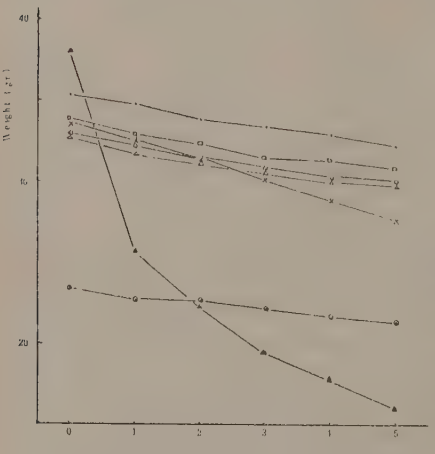

Fig. 1. Change of weight. The ground meat was kept at the temperature, (•): 25°C, (△): 31°C, (×): 50°C, (▲): 100°C, The ground meat was kept at (25—30°C), (60—70%) of humidity after heated,(○): 10 minutes under 100°C, (◉): 100 minutes under 100°C, (□): 10 minutes under 150°C.

実　　験

実験は次の配合による試料を下関市吉見町のカマボコ製造工場で調製して貰つたものについて行つた。魚肉はシログチで食塩3%，澱粉1.5%，味の素 0.25%，サッカリン若干である。この外に防腐剤として硼酸1.2%を加えた。試料の大きさは長さ 16.5cm，直径1.8cm のものを使用した。測定器具は KOHLRAUSCH'S BRIDGEを用い，温度を一定に保つためには電気恒温器を使用した。尚実験期間中の湿度は60～70%であつた。

1）摺身の含水率の変化はその重量変化と同一傾向で変化していくのがみられる。摺身を調製後各温度で加熱しながら数時間の重量変化を測定すると第1図で示されるように同一傾向で減少するが50°C，100°Cでは急激に減少する。これは蛋白の凝固に伴いその結合水及び組織間に含有されている遊離水が出てくるので，当然温度が高くなるに従つて急激に減少するのである。更にこれらを25～30°C，湿度60～70%の空気中に放置すると含水率の変化は第2図となる。文献[5]によると魚肉蛋白は73～80°Cで完全に凝固するが普通カマボコ用の澱粉はその糊化温度は80°Cであるから，100°C，150°Cで処理したものはその表面の魚肉蛋白が急激に凝固するために内部の遊離水の蒸発がおくれるので曲線は25°C，30°C，50°C の場合に比べて緩かである。日数の経過につれて殆んど腐敗臭を発することなく 10～14 日位で水分 12%程度の乾燥状態となる。この重量の減少即ち含水率の減少に逆比例して比抵抗は増大する筈である。然し第1表，第 3，4図に示すように一様な増大を示さな

Table. 1. Relation between time and water content of the ground meat.

Sample		Water content(%)	Time in hours	Specific resistance (ohm cm)
Temperature before heating	25°C	50.1	144	57.41
	30°C	52.4	120	71.46
Temperature and humidity after heating	50°C, 5 hours	51.6	120	87.28
	100°C, 10 minutes	51.2	120	65.23
	100°C, 40 minutes	52.3	120	72.92
	100°C, 100 minutes	54.4	48	94.58
	100°C, 3 hours	47.1	24	158.00
	150°C, 10 minutes	55.1	96	81.75

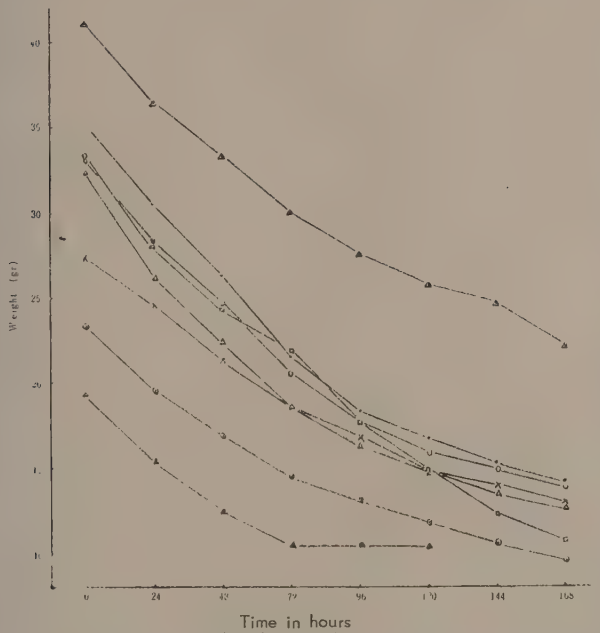

Fig. 2. Change of weight. The ground meat was kept at temperature, (・): 25°C, (△): 30°C. The ground meat was kept at (25—30°C) after heated (×): 5 hours under 50°C, (○): 10 minutes under 100°C, (□): 10 minutes under 150°C, (◉): 100 minutes under 100°C, (▲): 3 hours under 100°C, (▲): 40 minutes under 100°C of vapour. The humidity was kept at (60—70%).

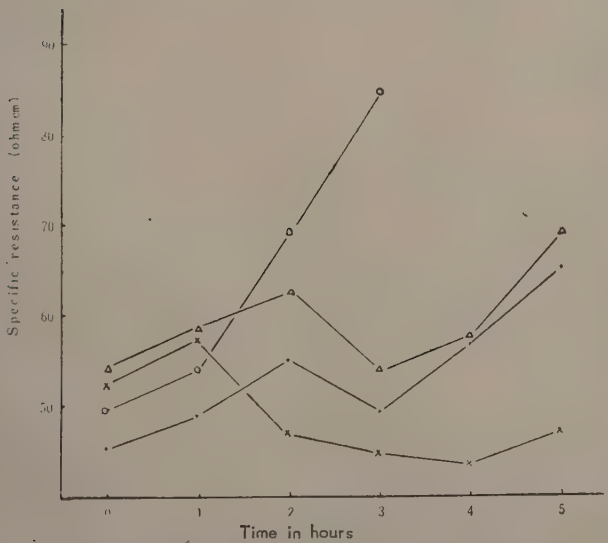

Fig. 3. Change of specific resistance. The ground meat was kept at the temperature, (・): 25°C, (△):30°C, (×): 50°C, (○): 100°C.

い。これは明らかに内部で化学変化が起つているからである。文献[6]によれば細菌の生存に適当な水分は 50% 程度迄であるから各試料の 50% 近くに至る迄の経過時間，比抵抗を示せば第1表となる。従つて湿度60～70%温度 25～30°C に放置するときは，その乾燥速度が速くて5—6日位で含水率が50%近くになるものを除いては，加熱時の温度には無関係に *Penicillium* 等のカビの発育が極めて盛んである。

2) 比抵抗の時間的変化をみると恒温に保たれた摺身の数時間の変化は第3図で示すように 25°C, 30°Cの場合は何れも2時間経過で極大値を示し，50°C では1時間，100°C では40分である。何れもこの際多量の水分が出てくるがこれは前述したように蛋白の凝固のためである更にこれ等の試料を25°C-30°C，湿度 60—70% のもとに放置しておくと第4図となる。即ち24時間，72時間経過で夫々比抵抗の極大値を示し，96時間経過よりは一方的に増加する。100°C で100分間処理したものは24時間経過で極大値を示し，48間以後は一方的に増時加する。

次に 25°C で処理した試料と 100°C，40分間 蒸煮した試料を硝子円筒中に飽和水蒸気のもとに放置したときは第5図で示すような経過をたどる。この場合は24時間，72時間，120時間経過で夫々比抵抗の極大値を示し，又168時間経過でも不明

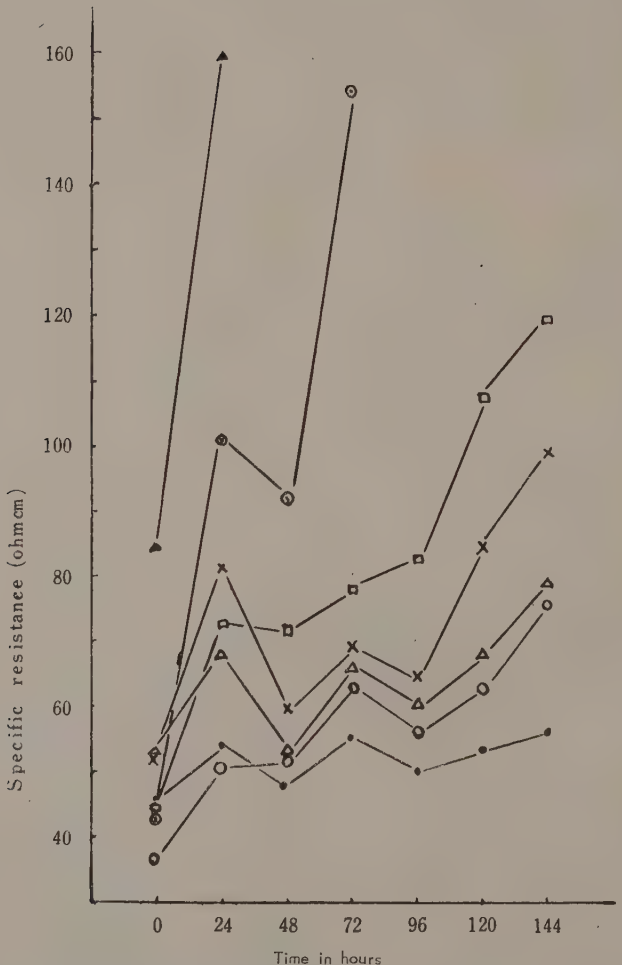

Fig. 4. Change of specific resistance.
The ground meat was kept at temperature, (・):25°C, (△): 30°C, The ground meat was kept at (25—30°C) after heated, (○): 10 minutes under 100°C, (□): 10 minutes under 150°C, (◉): 100 minutes under 100°C, (▲): 3 hours under 100°C, (×): 5 hours under 50°C. humidity was kept at (60—70%).

瞭なる4番目の極大値を示すがそれ以後は一方的に減少する。但し(×)の曲線は100°C,40分間熱煮したものを温度25°—30°C,湿度60—70%中に放置したものでこの場合は240時間経過で一方的に増加を示すのはその腐敗状態の進行程度によるものと考えられる。上記比抵抗の変化に伴つて試料の外観及び臭気の変化を観察すると,25°C, 30°C, 50°C で処理し温度25—30°C, 湿度60—70%中に放置したときは48時間経過でネトを発生悪臭を放つが *Penicillium* 等のカビの発生は極めて僅かでありそれ以後も殆んど増加しない。96時間経過で悪

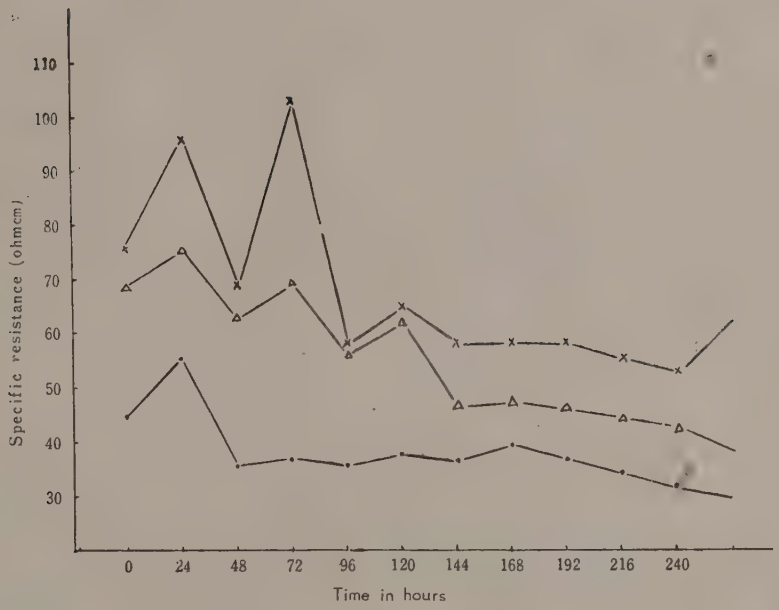

Fig. 5. Change of specific resistance.
"Kamaboko" was kept at the temperature, (×): (25—30°C), under(60—70%) of humidity, (△): (25—30°C) under the saturated vapour. The ground meat was kept at the temperature, (・): (25—30°C) under (60—70%) of humidity. "Kamaboko" was ground meat which was heated at 40 minutes under 100°C of vapour.

臭は更に強くなりアンモニヤ臭が強くなり，色はリバーセ，酸化酵素等に依り脂肪の酸敗が起り黄褐色を呈する。6—7日位で含水率は45%程度となり悪臭は次第に弱くなり乾燥状態に近ずくので比抵抗はそれ以後一方的に増加する。尚この場合飽和水蒸気中に保つと臭気はネト発生以後強くなるのみで試料は次第に崩れていくのがみられる。100°C，150°Cで10分間処理し温度25—30°C，湿度60—70%中に放置したものは48時間経過で一部カビを発生し，144時間で表面全体カビにおおわれるも，悪臭は殆んどなく大体168時間経過で中央部迄カビの分泌する黄色色素により汚染され同時に水分を出すので色はカビの発生迄には変化しない。摺身を100°C，40分間蒸煮したカマボコについてみると第5図の（×）の曲線は処理後温度25—30°C，湿度60—70%中に，（△）の曲線は温度25—30°Cの飽和水蒸気中の硝子円筒中に放置したものである。（×）は24時間経過で一部カビを発生し144時間経過で全面がカビにおおわれる。カビの増加と共に黄色色素の分泌量が多くなり，168—192時間で中央部迄黄色に汚染される。臭気はネトが殆んど発生しないのでカビ臭が強くて，腐敗臭は非常に僅かである。（△）の場合は24時間経過で一部カビ及びネトを発生し，48時間経過でネトは増加し悪臭を放つ。72時間経過でカビは表面の½をおおい黄色色素を分泌する。悪臭は特にアンモニヤ臭が強く96時間経過ではアンモニヤ臭は殆んどなくなり他の腐敗臭（メカトール等）が著しい。以後カビの増加は非常に僅かで悪臭は益々強くなり次第に試料は崩れていくのがみられる。従って試料が崩れる程度に腐敗が進行した場合の比抵抗の変化は第5図の（・），（△）が示す型となる。次に100°C，100分間及び3時間で処理し放置したものはネトは発生せず，又含水

率が30%以上であつても表面が固化してしまうためか120時間経過で極く少量のカビの発生をみるがその後増加せず乾燥状態となる。従つて臭は乾物特有の不快でない臭気を発する。

考　　察

摺身及びカマボコの比抵抗はその配合成分で異なるも本実験で使用した当地附近で製品化されるものでは，摺身では43—55 ohm cm（25°—30°C）で製品として温度処理を行つた板付カマボコでは60—70 ohm cm（25—30°C）であつた。摺身に温度処理を行う場合同一温度では処理時間が長い程比抵抗の極大値の数は減少しその値は大になる。温度処理法が蒸煮であるときは腐敗臭を発生する迄に少くとも極大値の数が3つあるのに対し焙焼法の場合には2つである。これは含水率及び化学変化に基ずくものであると考えられる。尚化学変化と比抵抗との関係については，今後の研究にゆずる。本実験に当り種々御注意を賜つた江良，神谷両教授に厚く御礼申し上げる。

文　　献

1) 田村　健治：1932. 魚体の電気抵抗，日本水産学会誌，1 (4)，169～170.
2) 清水　亘：1944. 水産動物肉に関する研究，第四報，調坐りと戻りについて，日本水産学会誌，12 (5)，165～172.
3) 平野　弘：1939. 魚肉の凝結について，日本水産学会誌，8 (1)，29～40.
4) 山田紀作，山野菜：1948. 魚肉の鮮度と電気抵抗の変化について，日本水産学会誌，13 (6)，232～236.
5) 清水　亘：1949. 蒲鉾，生活社，東京.
6) 木俣　正夫：1949. 食品保蔵学，朝倉書店，東京.

アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究

(1) 鰓の繊毛運動に就いて*

小林 博・松井淳平**

Studies on the Resisting Power of Pearl-Oyster (*Pinctada martensii*) against the Change of Environment.
I. On Ciliary Movement of the Gill.

By

Hiroshi KOBAYASHI and Junpei MATSUI

The effects of temperature, pH, osmotic pressure and methylen-blue on ciliary movement of the gill of pearl-oyster (*Pinctada martensii*) were investigated quantitatively by means of Nomura-Tomita's method ('33). Judging from the results, the suitable condition and physiological properties for the above-mentioned factors which would, of course, be the most important ones for the culture and transportation of the oyster, and also would bear the resisting vital-power of the oyster against the change of environment, were inferred as follows:

1) The relation between the velocity of the ciliary movement and the temperature was considered with the application of Arrhenius' empirical formula. From the value of μ, temperature characteristic coefficient for Crozier, and from the critical increment temperature, the living suitable temperature for the oyster is estimated to be from 12° to 23°C, and about 23°C is estimated to be the optimum temperature. The lethal temperature in lower side seems to be 7°C, because the crawling movement of the gill-pieces stopped irreversibly at the temperature from 6° to 7°C in 24 hours.

2) From the results for the effects of pH and osmotic pressure were obtained the same trends as those gathered from other *Lamellibranchia*, though the oyster showed noticeably lesser resisting vital-power. And the lethal values in lower sides of pH and osmotic pressure were considered to be in about6.3 and 13.0‰ (S.), respectively.

3) The velocity of ciliary movement in dilute solution ranging from 10^{-6} to 10^{-7} mol of methylen-blue was accelerated 70% as compared with the velocity obtained in normal sea water.

* 水産講習所研究業績 第74号，日本真珠研究所報告 第21号．
昭和26年11月日本水産学会臨時大会（於福岡）にて発表．

** 日本真珠研究所．

緒　言

瓣鰓類の鰓の繊毛運動は食物の摂取，瓦斯交換など貝類の栄養及び呼吸作用に対して重要な意義があるから，繊毛の活動性を種々の条件下で定量的に測定し，その活動の限界を求めることは貝の生活力を表現する一つの指標になると考える。

従来　貝類の鰓の繊毛運動についてはGray ('20—'28)，野村 ('23—'37)，矢野 ('31)，冨田 ('33—'35)，佐藤 ('36)，喜多村 ('37)，井上 ('38)，結城 ('51) 等の業績があるが，この中アコヤガイに関しては結城の報告だけである。著者等はアコヤガイの養殖並びに輸送に対する適正条件を明らかにするために，アコヤガイの生活力を鰓の繊毛運動，心臓の搏動，閉殻筋の強さなどから考究し，外囲の環境要因の変化に対する抵抗力を求めている。本報告では先ず鰓の繊毛運動に及ぼす温度，pH，滲透圧及びメチレンブリューの影響に関する実験の結果に就いて述べる。

供　試　材　料

供試したアコヤガイ（*Pinctada martensii*）は1951年8月山口県仙崎湾で採集し，下関市吉見海岸で飼育したもので，その大きさは殻高6～7cm，年令は2～3年である。

実験方法は野村・冨田 ('33) の方法で繊毛運動速度を測定し，この速度を以つて繊毛の活動性を表現した。供試鰓片の摘出部分は内鰓瓣の略々[3] 中央部に一定し，摘出後約20時間水室 (8°C) に入れて粘液を除去し，其の後更に2時間以上室温に馴らしてから供試した。使用海水はすべて濾過した。実験期間は1951年8月から10月である。

実験及び結果

1．温度の影響　実験装置はType-I（第1図）の硝子管を使用し，これを水の入つた容器に入れて容器の水の温度を上下させることに依つて管の中の海水の温度を調節した。温度の変化は常温から順次1°Cづゝ下降又は上昇させ，各温度に於いて10分間宛馴らしてから，その温度に於ける速度を測定した。各温度に於ける温度変化の範囲は±0.2°Cであつた。同様の方法で10個の鰓片について測定し，各温度に於ける平均値を求めた結果（第1表，第2図），繊毛の活動は28～30°Cが最高で，それ

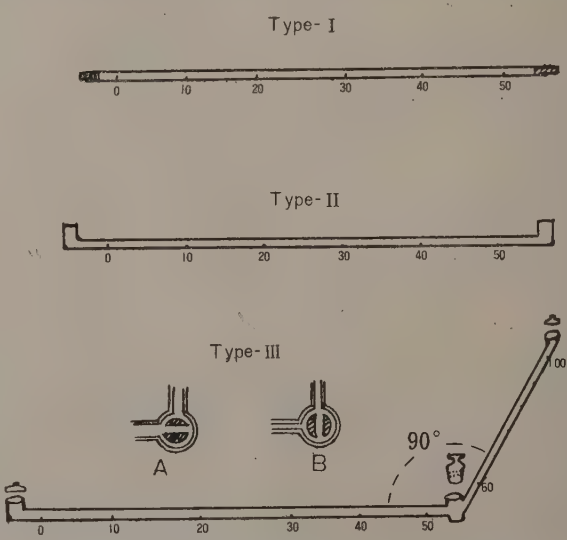

Fig. 1. Showing the three types of measuring tubes used in this experiment. Type-I is a burette tube cocked with stoppers in both ends, which are modified in Type-II. In Type-III, two tubes are joining in right angle, connecting by the plug with a large hole. One arm is filled with normal sea water, the other with experimental solution. A and B show the each position where the gill-piece entrances from normal sea water to experimental solution. Tubes; 10 mm in diameter, graduating in mm.

Table 1. Showing the experimental theorical values (E. V., T. V.) for the speed of the ciliary movement in relation to the temperature.

Temp. (°C)	Speed of the ciliary movement (mm/min)				
	E. V.	T. V. at μ=80160	T. V. at μ=25930	T. V. at μ=7330	Difference
8	0.5	0.5			0
9	1.0	0.9			0.1
10	1.3	1.3			0
11	2.2	2.2			0
12	3.0		3.3		−0.3
13	3.9		3.9		0
14	4.7		4.6		0.1
15	4.8		5.4		−0.6
16	6.0		6.3		−0.3
17	7.2		7.3		−0.1
18	8.6		8.5		0.1
19	10.1		9.9		0.2
20	12.9		11.6		1.3
21	11.2		13.4		−2.2
22	15.6		15.6		0
23	19.3		18.1		1.2
24	19.3			17.9	1.4
25	18.0			18.6	−0.6
26	20.6			19.4	1.2
27	20.2			20.2	0
28	21.0			21.0	0
29	21.9			21.9	0
30	23.0			22.9	0.1
31	23.0			23.7	−0.7

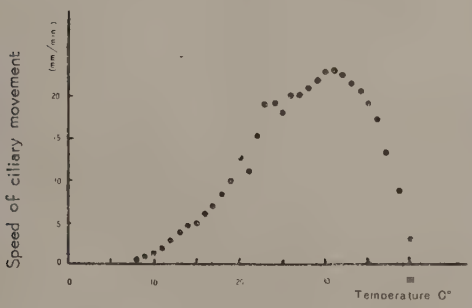

Fig. 2. Showing the speed of the ciliary movement of the gill of pearl-oyster, in relation to the temperature.

より高温に移行するに従いその速度は却つて低下し，41～42°Cで停止する。低温側では7～8°Cで鰓片の繊毛が停止する。次に此等の結果を絶対温度の逆数と，速度の対数で図示すると，8～11°C，12～23°C，24～31°Cでは夫々直線的関係が見られ（第3図），温度に依る繊毛運動速度の変化が Arrhenius の式に適用されるので，各係数を求めると関係式及び Crozier ('24) に依る温度特性 μ の値は第2表の通りである。即ち臨界温度は11～12°C，23～24°C 附近に存在すると考えられる。μ に依つて求めた理論値と実測値との差は第1表に示した。

Table 2. Showing the Arrhenius' formula and μ, temperature characteristic coefficient for Crozier, in each range of the temperature. K: speed of the ciliary movement, T; absolute temperature, e; base of natural logarithm.

Range of the temp.	Arrhenius' formula	μ
8 ～ 11°C	$K=e^{-\frac{80160}{2T}+141.92}$	80160
12 ～ 23°C	$K=e^{-\frac{25930}{2T}+46.71}$	25930
24 ～ 31°C	$K=e^{-\frac{7330}{2T}+15.23}$	7330

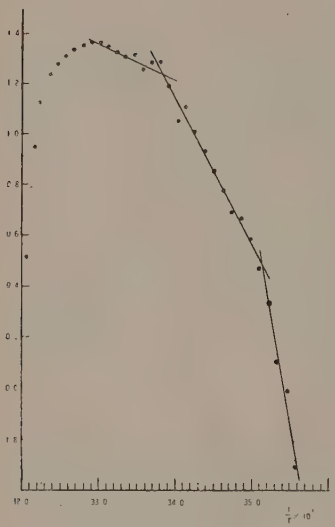

Fig. 3. Showing the application of Arrhenius' empirical formula to the activity of the ciliary movement of the gill of pearl-oyster. The abscissa represents the reciprocal of the absolute temperature.

次に寒冷作用時間と恢復との関係を調べた。室温で速度を測定した鰓片を少量の海水を入れたシャーレに移し，6～7°C の氷室中に冷却保持した。此の様に準備したシャーレ２０個の中から順次２個づゝ一定時間後に取り出し，室温に１０時間放置後最初測定した面と同じ側の繊毛運動速度を測定した。恢復状態の表示を最初の速度に対する百分率で算出した結果によれば，８時間の冷却では速度の増加が最大を示し，１０時間以上では冷却時間の増加に伴い急激に恢復能力が低下し，２４時間以上では繊毛運動が恢復しなかつた（第３表）。

２．pHの影響　測定管は Type-III（第１図）である。種々のpH液は海水100ccに $\frac{1}{10}$ N HCl，又は $\frac{1}{10}$N NaOH を夫々 0.1，0.2，0.3，0.4，0.6，0.8，1.0cc の割合に入れて調製し，pH 値の測定はキンヒドロン電極に依つて行つた。此等のpHの海水中に於ける繊毛の活動性を普通海水中の速度に対する百分率で表わした結果に依れば，pH 8.0 以上では繊毛の活動性は低下せず寧ろ促進されるが，pH 7.9（下関市吉見海岸の海水 pH値）以下では減退している。特に酸性側では著しく，pH 6.3 では平均 42 分で閉殻を停止した（第4，5表，第4図）。

Table 3. Showing the influence of the cold treated on the ciliary movement.

Time of cold (hr)	Speed of the ciliary movement (mm/min)		Relative speed(%)	Average
	before cold	after cold	(Speed before cold=100)	
0.5, exp. I	4.7	5.4	114.8	123.7
〃 II	8.9	11.8	132.6	
1.0 〃 I	3.1	6.2	200.0	157.1
〃 II	7.7	8.8	114.3	
2.0 〃 I	8.4	8.2	97.6	103.8
〃 II	12.9	14.2	110.0	
5.0 〃 I	5.2	2.3	44.2	68.2
〃 II	12.9	11.9	95.2	
7.0 〃 I	6.7	5.7	85.1	107.7
〃 II	8.5	11.2	130.3	
8.0 〃 I	7.2	15.8	219.4	276.3
〃 II	6.0	20.0	333.3	
10.0 〃 I	10.2	2.3	22.5	22.5
〃 II				
16.0 〃 I	7.2	1.4	19.4	19.4
〃 II				
24.0 〃 I	5.2	0	—	stop.
〃 II				

尙繊毛運動速度の比較値（y）とpH（x）との関係は，pH 7.9 以下では

$$y = ax - b$$

で表わされ（本実験では $a = 52.9$, $b = 324.5$），pH 7.9～pH 8.5では

$$y = \text{const.}$$

と考えられる（本実験では const. = 103.7）。

Table 4. Time relation of the relative speed of the ciliary movement effected by adding 1/10 N HCl. (Speed in normal sea water 100%)

cc of N/10 HCl	pH	Relative speed (%)									
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0.1	7.6	96.5	82.3	77.3	76.6	81.6	86.5				
0.2	7.5	82.0	76.3	68.0	62.0	59.0					
0.4	7.0	89.6	71.3	64.0	68.0	69.5	66.0				
0.6	6.7	67.3	48.0	38.6	32.6	28.6	25.0				
0.8	6.5	65.6	59.0	55.3	32.6	26.0	25.0	20.0			
0.9	6.4	60.0	53.0	41.0	29.0	22.0	14.0	15.0	17.0	16.0	8.0
1.0	6.3	61.7	46.0	32.0	23.7	15.7	10.5	6.5	6.7		

Table 5. Time relation of the relative speed of the ciliary movement effected by adding 1/10 N NaOH. (Speed in normal sea water 100%)

cc of N/10 NaOH	pH	Relative speed (%)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
0.1	7.91	112	134	145	115	134	148	144	
0.2	7.92	—	100	108	107	121	105		
0.3	8.05	85	106	116	105	87	74		
0.4	8.11	99	75	97	104	113	118	115	107
0.5	8.15	103	105	109	118	118	119		
0.6	8.33	108	113	104	95	94	87	86	
0.7	8.46	—	—	105	105	92	83		

3．滲透圧の影響 本実験では３０分後及び２０時間後の速度変化の状態を調べた。実験方法は３０分後の場合は Type-IIIの測定管で実験２と同様であるが，20時間後の場合はType-II(第1図)の測定管で普通海水中の速度（20°）を測定してから，其の鰓片を実験液（低滲透圧液）100ccづつ入れた150ccの三角フラスコに移し，20°C の恒温槽中に保つた。約２０時間後に鰓片を実験液と共に測定管に移して，機械的衝動が消失した状態で速度を測定した。実験液は海水を蒸溜水で稀釈して調製し，実験液中の繊毛の活動性は普通海水中の速度に対する百分率で表わした。結果は個体変異が非常に大きく，鰓片を２０時間浸漬した場合では大略７０%稀釈度まで繊毛運動に対する影響が少く，これ以上に稀釈すると繊毛の抵抗力が急激に減退し，４０%稀釈度の海水では殆んど運動を停止する。尚３０分迄の影響は２０時間後の影響より著しい（第6表，第5図)。尚又繊毛運動速度の比較値（y）と滲透圧（x，稀釈蒸溜水の%）との関係は

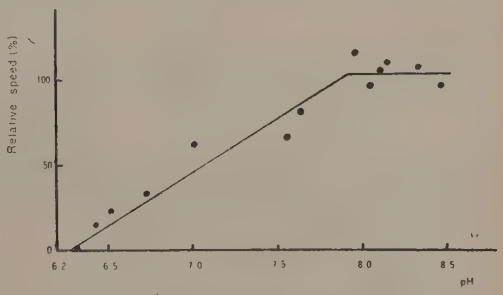

Fig. 4. Showing the effect of hydrogen-ions (pH) on the ciliary movement of pearl-oyster. The ordinate represents the relative speed of crawl (normal speed : 100%).

$$y = a - bx - ce^{-dx}$$

で示される（本実験では $a = 206$，$b = 3.4$，$c = 97$，$d = -0.055$，但し２０時間後の影響の場合)。

次に４０%稀釈海水中に約２０時間置いた鰓片を普通海水中に戻すと，繊毛運動は恢復する

Table 6. The general quality of the sea water, diluted with distilled water and the relative speed (speed in normal sea water 100%) of the ciliary movement effected with the hyposis.

Dilution of sea water	Specific gravity	Salinity(%)	Osmotic pressure Δ	Osmotic pressure atmosphere	pH	Relative speed (%) after 2 hrs	Relative speed (%) after 30 mins
100	1.02469	33.31	1.90	22.84	7.9	109.6	—
90	1.02222	30.08	1.72	20.68	7.9	121.2	74.5
80	1.01934	26.28	1.53	18.40	7.9	106.2	64.7
70	1.01653	22.66	1.34	16.12	7.9	104.3	65.9
60	1.01461	20.15	1.14	13.72	7.9	74.3	33.9
50	1.01191	16.61	0.94	11.32	7.8	28.3	50.5
40	1.00920	13.08	0.79	9.514	7.7	2.0	0

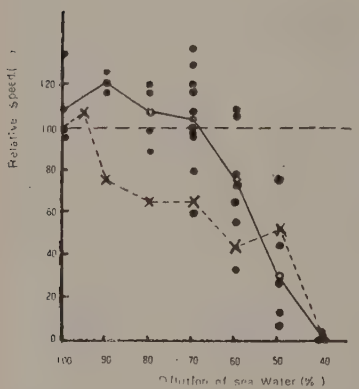

Fig. 5. Showing the effect of osmotic pressure on the ciliary movement of pearl-oyster. The ordinate represents the relative speed of crawl (normal speed : 100%).
●: after 20 hours.
×: after 30 minutes in average.

（第7表）。又滲透圧の低下は繊毛運動の高温に対する抵抗力を減退せしめる様である（第8表）が，低温側では斯る傾向は認められず，90%稀釈度海水で最大の耐寒抵抗性を示している（第9表）。

4．メチレンブリユーの影響　メチレンブリユーは還元性の非常に強い色素であるから，鰓組織の細胞呼吸を刺戟増大させる物質として，メチレンブリユーの繊毛の運動に影響する濃度を調べた。実験に使用した測定管は Type-III である。実験液中に入れてから30分間の平均速度で計算した繊毛の活動性の表現は前実験と同様で，メチレンブリユーの 10^{-6}—10^{-7} モルの稀薄溶液内で繊毛運動が増大することが分かる（第6図）。尚メチレンブリユーは時間と共に鰓片に蓄積されて行くようである。

Table 7. Showing the recovery of the ciliary movement effected by diluted sea water (hyposis medium).

No. of exp.	Speed of the ciliary movement (mm/min) in normal sea water	at 18 hrs after removed in 40% sea water.	at 12mins after returned to normal sea water	Relative speed (%)
I	17.6	0.7	16.4	93.2
II	25.5	0.0	23.5	92.2

Table 8. Showing the speed of the ciliary movement in relation to the lower temperature in various hyposis media. n. s. w. ; normal sea water.

medium/temp.(°c)	Speed of the ciliary movement (mm/min) 18	16	15	14	12	10	9	8	7	6	5	4
n. s. w.		5.9	5.1	4.2	1.7	1.0	—	0				
n. s. w.	13.6	11.6	—	8.2	5.8	3.2	2.0	1.3	0			
90% dil.s.w.		7.3	6.0	5.5	—	4.0	—	3.8	3.7	2.4	1.0	0
80% 〃	6.3	4.1	—	5.5	5.3	2.1	2.0	0				
70% 〃	13.3	10.6	—	6.0	3.8	1.9	1.8	0				

Table 9. Showing the speed of the ciliary movement in relation to the higher temperature in various hyposis medium.

medium＼temp.(°c)	Speed of the ciliary movement (mm/min)									
	19	22.5	26	28	31	32	34	37	38	38
n. s. w.	6.5	7.3	10.1	11.4	10.2	11.6	10.0	7.6	4.2	0
90% dil.s.w.	10.6	13.0	14.0	13.9	11.5	12.1	11.8	6.0	1.0	0
80% 〃	12.2	14.9	17.6	18.3	19.1	18.1	15.1	7.7	0	
70% 〃	16.5	18.1	19.3	21.1	15.5	5.8	0			

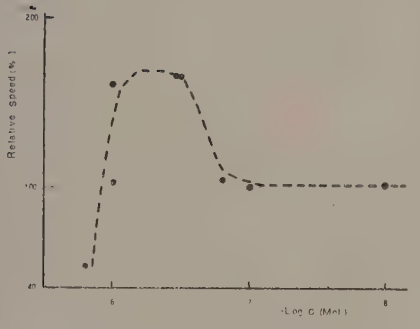

Fig. 6. Showing the effect of methylen-blue on the ciliary movement of pearl-oyster. The abscissa represents the reciprocal of the logarithm of the concentration (Mol).

考　　察

アコヤガイの生活力に就いては最近二三の研究者に依つて介殻運動[6)3)]或は足絲分泌力[5)]等から究明されているが，生活力を適確に表現する指標を見出すことは困難の様である。従つて本実験がそのまま貝1個体の反応を表わすものではないが，繊毛運動が心臓搏動と共にアコヤガイの生活力を支配する重要な生理的要因の一つと考えられるから，以上述べた実験結果はアコヤガイの生活条件に或る基礎を与えるものであると考える。

繊毛運動の温度に対する反応を Arrhenius の式に依つて考察すると，12°C及び24°C附近を臨界温度としてμの値が変化している。即ち之等の温度で鰓の原形質の化学反応速度が変化すると解釈出来るから，此等の温度がアコヤガイの温度に対する生活条件を規制するものと考えられるだろう。このことはアコヤガイが水温13°Cで冬眠し[6)]，又15～25°Cで介殻運動を盛んに行う事実[13)]と関聯して興味ある点である。又25°C以上の温度では介殻運動の頻度は増加するが，その振幅は2/3に低下し[13)]　24～26°C以上より心臓の搏動に異常収縮[8)]を起すことなどから，24°C以上は具体に不適当な温度であろう。以上の事実より貝の生活適温は12～23°C，最適温度は23°C附近にあると思う。又7°Cで繊毛の運動が停止し，鰓片を6～7°Cに冷却保持するとき24時間以上では繊毛運動が恢復しないから，此の温度がアコヤガイ致死の限界ではなかろうかと推察する。このことはアコヤガイを冬期の室温に曝した場合24時間で斃死率が最大になる報告[4)]と一致する。

繊毛運動に及ぼす pH の影響は他の瓣鰓類の場合と略々同様であるが，酸性側の致死限界については報告された他の何れの種類の鰓繊毛よりも抵抗力が弱い。尚 pH が7.0より低下するとき抵抗力の時間的減少が著しいことは（第4表）心臓の搏動についても観察されるので，pHの適範囲下限は7.0であろう。

滲透圧の影響も他の瓣鰓類の鰓繊毛と同様で，Gray ('28) の述べている現象が認められる。尚第5図より鰓繊毛は低滲透圧の環境に或る範囲内では順応性が存在すると考えられるが，滲透圧13.0‰ (S.) 附近がアコヤガイの致死限界ではないかと推察する。又低滲透圧液中における繊毛運動の温熱並びに寒冷抵抗が減少するのは当然であろうが，寒冷抵抗が90%稀釈海水で最大を示していることは，該濃度で繊毛運動速度の比較値が最大であること（第5図）と考え合せて，此の濃度が最適滲透圧であるのかも知れない。

メチレンブリューの10^{-6}～10^{-7}モルの稀薄溶液内で繊毛運動速度が約70%増加しているが，此の作用機構としてメチレンブリューは還元性の非常に強い色素であるから，人工的補助呼吸触媒として細胞呼吸機構の中に参加するためであろうと推察する。然し此の詳細については更に研究したいと思う。

以上総括的に観ればアコヤガイ鰓の繊毛運動はカキ，イガイ，其の他のそれに較べて温度，pH，滲透圧の変化に対する抵抗力が極めて弱いということが出来る。又小串（'25）がアコヤガイを活魚車に依つて陸送した際，斃死率が0.3%以下という好成績を得ているが，それは同氏の報告にふされている用水の温度，pH，比重，酸素量[9]がすべて鰓の繊毛運動の最適又は適条件内にあつた事実によるものと考える。

摘　　要

1．アコヤガイの鰓の繊毛運動を野村・冨田（'33）の方法で定量的に測定し，これに温度，pH，滲透圧，メチレンブリューの及ぼす影響をしらべた。

2．繊毛運動と温度との関係をArrheniusの式に依つて考究した。温度特性μは7—11°C，12—23°C，24～31°Cの温度範囲では夫々，80160，25940，7330である。これよりアコヤガイの生活適温は12～23°C，最適温度は23°C附近にあると思推する。

3．繊毛運動に及ぼすpHの影響は酸性側で著しく，pH　6.3で平均42分で停止した。アルカリ側では影響は少く寧ろ促進的である。

4．繊毛運動に及ぼす低滲透圧の影響はS，22.6‰から著しく現われ，S，13.0‰では鰓片の閙閧を停止させる。この結果は結城（'51）の報告と略々一致する。

5．繊毛運動はメチレンブリューの10^{-6}～10^{-7}モルの稀薄溶液内で70%増大する。

擱筆するに当り，本報文の御校閲を賜つた松井佳一博士に厚く感謝の意を表すると共に，本研究中御助言御鞭撻を頂いた本所教授松井魁博士に深謝する次第である。尚又有益な助言を賜り且文献の貸与を御快諾下さつた東北大学冨田軍二博士並びに南海区水産研究所横田滝雄氏に，又材料の蒐集に尽力された山口県外海水産試験場々長市村要氏始め場員各位に厚く御礼申し上げる。

参　考　文　献

1) GRAY, J.：1928. Ciliary Movement, Cambridge Univ. Press, London.
2) 井上　明：1938. ハマグリの鰓の繊毛運動と温度との関係，日本水産学会誌，**7** (1)，24.
3) 喜多村　勇：1937. アサリの鰓の繊毛運動と温度との関係，日本水産学会誌，**6** (3)，154.
4) 小林新二郎：1950. アコヤガイを冬期室温に曝した場合の斃死率に就いて，真珠の研究（富士真珠株式会社），**1** (2)，8～9.
5) ————：1951. アコヤガイに於ける足絲分泌力の年変化——生活力の簡易判定法，同誌，**2** (1—2)，7～12.
6) ————・東畑　正敬：1949. アコヤガイの冬期に於ける生活力に就いて（1）及（2）日本水産学会誌，**14** (4)，196～202.
7) 小串　次郎：1937. 活魚車に拠る真珠貝の陸送に就いて，水産学雑誌，**39**，55～65.
8) 小林　博：1953. 摘出したアコヤガイの心臓に及ぼす温度，pH，滲透圧の影響（日本水産学会中国，四国支部5月例会にて講演）.

9) 森　主一：1948. 低圧 O_2海水中のアコヤガイの呼吸，貝類学雑誌，**15** (1—4)，52～54.
10) NOMURA, S. & TOMITA, G.：1933. A Simple method of measuring the mechanical activity of cilia, Jour. Shanghai Sci. Inst., Sec. IV, **1** (1)，29～39.
11) 野村　七録：1950. 動物生理実験の手引，生理学講座，12 (2F)，中山書店，東京.
12) 佐藤　証一：1936. マガキの鰓の繊毛運動と温度との関係，日本水産学会誌，**4** (6)，409～410.
13) 沢野英四郎：1950. 真珠貝の池中養殖法の研究，水産研究会報，**3**，48～57.
14) TOMITA, G.：1933. Titration of sea water with HCl, and the importance of controlling the CO_2 tention of acidified sea water, Jour. Shanghai Sci. Inst., Sec. IV, **1** (2)，19～28.
15) ————：1934. The physiology of ciliary movement. I. The effect of osmotic pressure. Ibid., **1** (5)，69～76.
16) ————：1934. The physiology of ciliary movement. II. The effect of hydrogen ions. Ibid., **1** (6)，77～84.
17) 結城　了伍：1951. アコヤガイ鰓の繊毛運動，I. 低塩分濃度の影響，II. 硫酸銅に対する抵抗力，III. マーキユロクロームの作用，真珠の研究，**2** (1—2)，44～55.
18) 矢野　滝雄：1931. マガキ鰓の繊毛の活動に就いて（第一報），水産研究誌，26 (8)，266～272.
19) 八木誠政・蒲生俊興：1942. 温度と生物，養賢堂，東京.

STUDIES ON YOSA-NAIKAI

2. CONSIDERATIONS UPON THE RANGE OF THE STAGNATION AND THE INFLUENCES BY THE RIVER NODA AND THE OPEN SEA.*

By

Hiroshi MAÉDA

Yosa-Naikai is a lagoon separated from Miyazu Bay by a sand bar which is known as Amanohashidate. The river Noda flows into the lagoon at the southwestern part and two narrow channels connect the lagoon with the open sea, at the southeastern corner. It is said recently that the fish catch has decreased much because of the higher stagnation of the lagoon water caused by the narrowing of the channels due to the drift sand. Thus, it becomes highly desirable to estimate the range of the strong stagnation of the lagoon water and the influences of the river Noda and the open sea on this lagoon.

In the followings I want to report the results of the survey during 10 to 12 of May 1950 and give some considerations upon them.

Before going further I must express my hearty thanks to Prof. Dr. D. MIYADI (Kyôto University) for his kind guidance, and also to Dr. T. TOKIOKA and Mr. T. HABE for their kind advices and to Mr. S. IKINAGA who helped me much during the survey.

RESULTS

Observations were made at the same stations (Fig. 1) as adopted by Mr. T. HABE during his survey on the 4th of April 1945, by the same methods as shown in my previous report.

The temperature of the surface water varies considerably according to the station. But, in the water deeper than 2 m, the horizontal change of the temperature is not conspicuous.

Fig. 1. The sketch map of Yosa-Naikai. Roman numbers indicate the position of stations.

* Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 78.

Table 1. Oceanographical conditions of Yosa—Naikai (May 10—12, 1950).

Station number	Depth of station (m)	Transparency (m)	Depth of sample (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (‰)	Satur. percentage of dissol. O_2	pH	Silicate—Si (γ/L)	Phosphate—P (γ/L)	Bottom character	Mud temp. (°C)	Settling vol. of plankton (cc/L)
II	9.5	5.7	0	16.1	11.12	98.3	8.6	1910	Trace	Black ooze grayish blue surface	13.7	1.0
			3	18.2	15.53	108.8	8.6	620	17.5			1.1
			6	16.4	15.98	91.0	8.3	1280	51.1			0.8
			9	14.4	16.42	4.8	7.9	1930	105.7			0.15
III	12.9	5.5	0	18.0	11.20	99.5	8.4	1740	22.9	Black ooze grayish blue surface	14.0	0.3
			5	17.5	15.83	111.5	8.4	960	37.6			1.1
			10	14.5	16.13	79.7	8.0	2600	100.7			0.1
			12	14.5	16.42	5.6	8.0	3320	77.1			0.1
V	12.7	6.0	0	16.6	10.75	109.0	8.6	1660	10.3	Black ooze grayish blue surface	14.0	0.2
			3	17.9	15.68	110.7	8.6	670	26.8			0.6
			6	16.3	16.27	94.9	8.5	900	42.5			0.1
			9	14.6	16.42	7.4	7.8	1820	90.6			0.1
			12	14.4	16.72	18.4	8.0	1170	60.8			0.1
VI	12.2	6.7	0	18.7	11.94	96.2	8.5	1980	21.6	Black ooze	14.6	0.4
			2	19.0	14.63	104.1	8.6	1220	29.3			1.9
			4	17.5	16.13	102.2	8.5	1160	30.1			1.1
			6	16.0	16.27	48.0	8.3	1050	56.9			1.2
			8	15.3	16.42	10.3	7.9	1670	85.0			0.2
			10	14.5	16.42	0.0	7.8	1740	121.6			0.2
			12	14.2	16.42	0.0	7.8	1790	144.0			0.1
VII	12.3	5.5	0	19.0	10.90	99.7	8.4	1850	17.5	Black ooze	14.0	0.2
			6	16.5	16.13	69.4	8.4	1090	52.1			0.3
			11	14.7	16.42	0.5	7.9	2070	122.9			0.1
VIII	12.7	6.0	0	18.0	10.75	110.9	8.4	2220	11.4	Black ooze brown surface	14.0	0.8
			3	17.8	15.38	106.2	8.4	1000	22.4			0.3
			6	17.0	16.57	81.7	8.3	640	30.7			0.5
			9	16.0	16.57	35.5	8.1	1930	83.1			0.2
			12	14.6	16.87	8.5	7.8	1640	11.4			0.1
IX	13.0	6.0	0	18.5	10.60	102.2	8.3	2100	Trace	Black ooze	14.5	0.4
			3	18.7	15.68	114.7	8.3	850	29.0			1.0
			6	17.0	16.27	102.6	8.3	980	35.4			0.3
			9	15.0	16.57	12.8	7.9	1600	106.2			0.2
			12	15.0	—	—	—	—	—			0.1
XI	9.0	4.5	0	19.7	6.87	97.1	8.3	3330	23.3	Black ooze gray surface	14.5	0.1
			5	17.5	15.83	110.6	8.5	900	38.7			0.4
			8.5	15.5	16.13	0.0	7.8	1970	133.1			0.3
XII	7.5	4.5	0	18.0	0.60	91.9	7.7	5150	34.0	Black ooze	14.8	0.3
			2	19.0	14.93	95.7	8.5	1290	34.3			1.0
			4	18.5	15.98	107.2	8.5	940	50.8			2.7
			6.5	16.0	16.13	59.1	8.3	1400	76.5			0.7
XIII	6.3	5.5	0	19.0	7.61	96.1	8.3	3100	17.9	Black ooze brown surface	16.0	0.2
			3	18.8	15.23	107.9	8.4	980	30.0			0.8
			5.5	16.7	15.68	67.6	8.3	1450	45.5			0.8
XIV	5.8	4.0	0	17.0	2.69	97.0	7.9	4990	23.8	Black ooze	16.5	0.2
			2	19.8	14.48	104.2	8.5	1360	20.2			0.7
			5	17.0	15.08	81.8	8.3	990	45.3			

Table 2. Composition of thanatocoenosis in Yosa-Naiakai (May 10—12, 1950).
(1/0.02m²)

Station number	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	XI	XII	XIII	XIV
Depth of fhe station (m)	9.5	12.9	12.7	12.2	12.3	12.7	13.0	9.0	7.5	6.3	5.8
Lamellibranchia											
Anadara subcrenata (LISCHKE)						2				1	
Brachidontes senhousia (BENSON)	1								8		1
Fulvia hungerfordi (SOWERBY)			1		1	2	1			3	
F muticam (REEVE)						3					
Dosinia japonica (REEVE)										2	
Venerupis semidecussata (REEVE)					1		2			1	
Raeta yokohamaensis PILSBRY			1	5	1	3	3			2	5
Theora lubrica GOULD	17	10	54	26	42	202	131	25	1	110	86
Mya japonica JAY					2						
Gastropopa											
Cipangopaludina malleata (REEVE)						1					
Fulviocingula nipponica KURODA						4				2	
Stenothyra iyadii KURODA										1	
Cingula matumsisna NOMURA											1
Diala vitres SOWERBY			1			2					
D. varia A.ADASMS					1						
Cerithmiu sp.										1	
Pyramidellidae				1							
Odostomia sp.										1	
Nassarius japonica (A.ADAMS)						1					
Ringicula doliaris GOULD										2	
Retusa minima YAMAKAWA											1
Philline japonica LISCHKE						1					1
Total — Number of valves	18	10	57	32	48	221	137	25	9	126	95
Total — Number of species	2	1	4	3	6	10	4	1	2	11	6

The layer of the maximum temperature is observed near the surface, as found in the 1950's observation(March 19); the temperature decreases towards both deeper and shallower layers. The mud temperature is slightly lower than that of the bottom water.

Chlorinity increases suddenly in a shallower layer. Below this layer its increase becomes very slow.

Phosphate shows a gradual increase with the depth. Silicate increases towards both shallower and deeper layers from the middle layer where it shows the minimum values. The dissolved oxygen decreases suddenly in the range from 6 to 9 m ; in the deeper water than that layer, the oxygen shows much lower values.

CONSIDERATION UPON THE OCEANOGRAPHICAL CONDITIONS

In stagnant water, phosphate and silicate increase with depth, on the contrary dissolved oxygen decreases with depth and the value of pH also becomes lower towards the bottom. On these facts, it may be possible to presume the vertical position of the border layer of the stagnant by pursuing a conspicuous change in each of those four factors. Here, I take up the two time or more increase of phosphate and silicate, decrease of saturation percentage of dissolved oxygen below

Table 3. Determination of the depth of the chemocline.

Station	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	XI	XII	XIII	XIV
Dissol. oxygen decreasing interval	6—9	10—12	6—9	4—6 6—8 8—10	6—B	6—9 9—12	6—9	5—B	4—6	—	—
Phosphate increasing interval	0—3 3—6 6—9	5—10	0—3 6—9	—	0—6 6—B	6—9	6—9	5—B	—	—	2—B
Silicate increasing interval	3—6	5—10	6—9	—	—	6—9	—	5—B	—	—	—
pH value falling interval	6—9	5—10	6—9	6—8	6—B	9—12	6—9	5—B	—	—	—
Frequency of various water layers playing as a "cline" interval	0—3:1 3—6:2 6—9:3	5-10:3 10-12:1	0—3:1 6—9:4	4—6:1 6—8:2 8-10:1	0—6:1 6—B:3	6—9:3 9-12:2	6—9:3	5—B:4	4—6:1	—	2—B:1

Dissolved oxygen decreasing interval shows the interval where the saturation percentage of dissolved oxygen decreases $^1/_2$ or more of the value.
Phosphate increasing interval shows the interval where the concentration of phosphate increases more than two times of the value.
Silicate increasing interval shows the interval where the concentration of silicate increases more than two times of the value.
pH value falling interval shows the interval where the pH value shows the decrease more than 0.4.
The interval is regarded as the chemocline when three or more of four factors show the changes in the range described above.
At St. VI, the interval 6—8m can be regarded as the chemocline.

a half value and the fall of pH value more than 0.4 as indicators of the chemocline, the depth of which may be determined by the presence of conspicuous changes in more than three of these four factors in the same layer. The layer shallower than the chemocline layer may be considered as the upper layer, while the deeper layer than the chemocline layer may be called as the stagnant layer.

There are two water masses pouring into this lagoon from other water systems, namely the water from the river Noda and that from the open sea, that is, Miyazu Bay. On the fact that the water affected by river(brackish layer)is poor in chlorine, while it is rich in silicate, the boundary between the brackish layer and the upper layer of the lagoon is defined at the depth, for convenience' sake, where the difference of chlorinity becomes more than 5‰ and silicate increases in the

shallower part. The water of Miyazu Bay (Miyazu Bay water layer) is characterized by higher saturation degree of dissolved oxygen and lower concentration of both silicate and phosphate than in the stagnant water of the lagoon. Thus, it is possible to settle the boundary between the stagnant water of the lagoon and Miyazu Bay water layer at the zone where more than two of these factors change at the same time, if we take up the increase of dissolved oxygen and the decrease of silicate and phosphate near the bottom as indicators of the existence of Miyazu

Table 4. Determination of the boundary of the brackish layer.

Station	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	XI	XII	XIII	XIV
Halocline	0—3	0—5	0—3	0—2	0—6	0—3	0—3	0—3	0—2	0—3	0—2
Silicate concentration reversing interval	0—3	0—5	0—3	0—2 2—4 4—6	0—6	0—3 3—6	0—3	0—3	0—2 2—4	0—3	0—2 2—8
Frequency of various water layers playing as a "cline" interval	0—3: 2	0—5: 2	0—3: 2	0—2: 2 2—4: 1 4—6: 1	0—6: 2	0—3: 2 3—6: 1	0—3: 2	0—3: 2	0—2: 2 2—4: 1	0—3: 2	0—2: 2 2—8: 1
Boundary between the brackish layer and the upper layer	0—3	0—5	0—3	0—2	0—6	0—3	0—3	0—3	0—2	0—3	0—2

Halocline means the interval where the chlorinity shows the change larger than 5‰.
Silicate concentration reversing interval is the interval where the concentration of silicate of the shallower layer is higher than that of the deeper layer.

Table 5. Determination of the boundary of the Miyazu Bay water layer.

Station	II	III	V	VI	VII	VIII	IX	XI	XII	XIII	XIV
Phosphate reversing interval	—	10—12	9—12	—	—	9—12		—	—	—	0—2
Silicate reversing interval	—	—	9—12	—	—	9—12		—	—	—	—
Oxygen reversing interval	—	—	9—12	—	—	—		—	—	—	—
Frequency of various water layers playing as a "cline" interval	—	10-12: 1	9-12: 3	—	—	9-12: 2		—	—	—	0—2: 1
Boundary beween the stagnant layer and the Miyazu Bay water layer	—	—	9—12	—	—	9—12	9—12*	—	—	—	—

Phosphate reversing interval is the interval where the concentration of phosphate of the deeper layer is smaller than that of the shallower water.
Silicate reversing interval is defined as in the case of phosphate reversing interval
Oxygen reversing interval is the interval where the saturation percentage of the dissolved oxygen of the deeper layer is higher than that of the shallower layer.
The interval is regarded as the boundary when more than two of three factors show the change defined above.
*Considering other factors, the interval 9 — 12m at St. IX is regarded as the boundary.

Bay water layer.

Examining the data on the criterion mentioned above, I have come to the conclusion that the brackish layer streches over the whole surface of the lagoon in a layer thinner than 2 m, the upper layer of the lagoon is found under the brackish

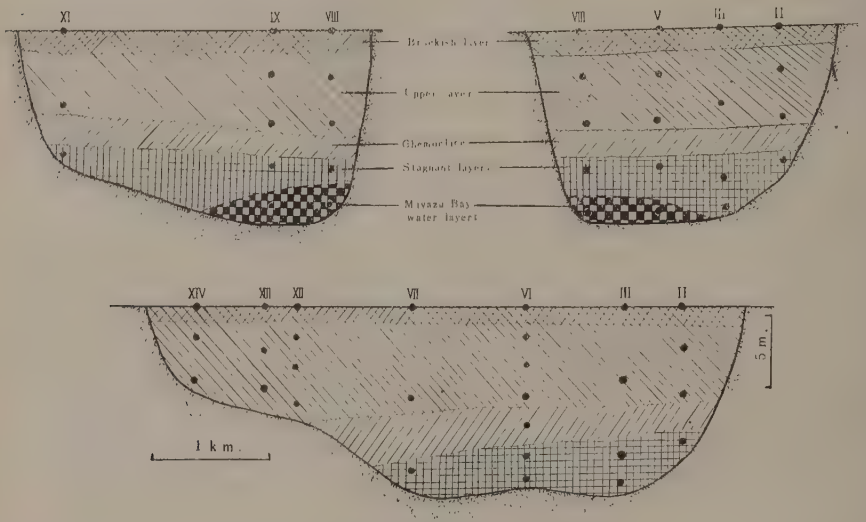

Fig. 2. The vertical sections of Yosa-Naikai.

layer and extending to the depth of *ca.* 6 m, the layer from 6 m to 9 m is the chemocline, the stagnant layer occupies the deeper water than the chemocline, and Miyazu Bay water layer streches along the bottom near St. V, St. VIII and St. IX.

RELATONS BETWEEN THE LIVING ORGANISMS AND THE OCEANOGRAPHICAL CONDITIONS

1) Relation between the benthos and the oceanographical conditions.

As the only living benthos, *Prionospio* (11/0.02m^2) was found at St. XIII. Any definite relation between the number of dead shell valves and the saturation percentage of dissolved oxygen in the bottom water at each station cannot be established. Then, I compared the mean numbers of dead shell valves in the areas covered by respective water layers, mentioned above, in a hope to find a relation between the characteristics of each water layer and the mean number of dead shell valves, but in vain, because the differerences found among the mean numbers of dead shell valves were regarded as insignificant comparing with the deviations in each group (at 0.05 level of signifcance).

Table 6. Mean number of dead shell valves on the bottom of each water layer (1/0.02m²).

	Mean number	Size of sample	Station number
Bottom of the upper layer	76.7	3	XII, XII, XV
Bottom of the stagnant layer	26.6	5	II, III, VI, VII, XI
Bottom of the Miyazu Bay water layer	138.3	3	V, VIII, IX

2) Relation between the settling volume of plankton and oceanographical conditions.

A liter of sea water was collected from each station where the chemical analysis of water was performed, and filtered by silk plankton net till the water sample was concentrated 10 c.c. The settling volume of plankton was measured after 24 hrs. on those concentrated samples. Supposing that the distribution of the settling volume of plankton samples taken from the area belonging to the same water layer is regarded as a normal distribution, THOMPSON' s method for rejection was applied at 0.05 level of significance to reject abnormal values out of the samples from respective water layers. Thus, values of 1.0 (St. II) and 0.8 (St. VIII) in the brackish layer samples, 2.7 (St. XII—4 m) and 1.9 (St. VI—2 m) in the upper layer samples, and 0.3 (St. XI- Bottom) in the stagnant water layer samples are found to be rejected from each group of samples. Mean settling volume in each water layer is shown in Table 7; differences among these values are considered

Table 7. Settling volume of plankton after 24 hrs in each layer (cc./L).

	Mean volume	Size of sample
Brackish layer	0.26	9
Upper layer	0.69	18
(Chemocline)	(0.2)	(1)
Stagnant layer	0.14	9
Miyazu Bay water layer	0.1	3

to be significant comparing with the variations in each group (at 0.05 level of significance). Then, the settling volume of plankton is the greatest in the upper layer and decreases with the distance from that layer.

SUMMARY

1. The results of the observations in Yosa-Naikai during 10—12 of May 1950 are shown in Tables 1 and 2.

2. The lagoon water is divided into three layers: the chemocline situated at 6—9 m depth, where the water changes suddenly in several characteristics, the upper layer above the chemocline and the stagnant layer under the chemocline.

3. There are two water masses running into the lagoon from other water systems: the river water (brackish layer) streching over the whole surface of the lagoon in the layer thinner than 2 m, and the open sea water (Miyazu Bsy water layer) laying on the bottom near St. V, St. VIII and St. IX.

4. The differences among the mean numbers of the dead shell valves in areas covered by respective water layers can not be regarded as significant at 0.05 level of significance.

5. The settling volume of plankton is the greatest in the upper layer and decreases with the distance from that layer.

REFERENCES

1) MAÉDA, H. : 1952. Studies on Yosa-Naikai. 1. On the over-saturation of dissolved oxygen and vertical changes of pH in winter. Umi to Sora (Sea and Sky),29 (5,6), 89-95 (in Japanese with English summary).

2) MIYADI, D. *et al.* : 1947. On the hydrographical succession of the Yosa-Naikai and the decline of its fisheries. Zool. Mag..57(9),147-152 (in Japanese with English summary).

3) MIYADI, D. & T. HABE, : 1949. Studies on the Yosa—Naikai, its oceanographical conditions and their improvement for fisheries purposes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 14 (5),244-250 (in Japanese with English summary).

STUDIES ON YOSA-NAIKAI

3. ANALYTICAL INVESTIGATIONS ON THE INFLUENCE OF THE RIVER NODA AND THE BENTHONIC COMMUNITIES*

By

Hiroshi MAÉDA

As mentioned already in my previous report, the water of Yosa-Naikai is divided into the following five water layers: the brackish layer, upper layer, chemocline, layer, stagnant layer and Miyazu Bay water layer. In that report, I refered to the boundaries of these water layers and the out-line of the relation between the living organisms and each water layer. The benthonic fauna was, however, very poor in that time; animals else than the empty shells of *Theora* were extremely scarce. Consequently, I was not able to discuss fully on the relation between the benthonic communities and each water layer, but only give a glimpse on the total number of dead shell valves in each area covered with respective water layer. In order to clarify the above-mentioned relationships, I was engaged in the observations during the period from Sept. 30 to Oct. 1, 1950. Examining the data carefully, I have been aware of the fact that the composition of the benthonic communities, including thanatocoenosis, is closely related with the division of the lagoon water according to the chlorinity which is hardly affected by the environmental factors.

Before going further, I must express my hearty thanks to Prof. Dr. D. MIYADI (Zoological Institute, Kyôto University) for his kind guidance and crticism given to me on this study. I must also record here my sincere thanks to Prof. Dr. M. ISHIBASHI (Institute of Chemistry, Kyôto University) and Dr. T. TOKIOKA (Seto Marine Biological Laboratory, Kyôto University), who gave me many valuable advices, to Mr. Y. KUSAKA and Mr. T. HARA, who aided me extensively in the observations and to Mr. T. HABE who taught me kindly names of numerous benthos.

METHOD AND RESULTS OBTAINED

The observations were made during the period from Sept. 30 to Oct. 1, 1950, at the stations shown in Fig. 1, by the same methods as described in my previous reports. The results obtained are shown in tables 1 and 2. The water of the lagoon shows the following feature:——

* Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 79

Table 1. Oceanographical conditions of Yosa-Naikai (Sept. 30-Oct. 1, 1950)

Station number	Depth of station (m)	Depth of sampling (m)	Water temp. (°C)	Chlorinity (‰)	Satur. percentage of dissol. O_2	pH	Silicate-Si (γ/L)	Phosphate-P (γ/L)	Bottom character	Mud temp. (°C)
I	7.0	0	21.8	12.85	109	7.9	300	7	Black ooze	23.8
		7	26.0	16.58	37	7.8	175	200		
II	11.0	0	22.0	13.63		8.1	110	50	Black ooze	22.6
		11	24.0	17.21				284		
III		0	21.8	13.00		8.0	350	37		
IV	14.0	0	23.0	13.47	101	8.1	250	95	Black ooze	21.6
		3	25.4	16.44	108	7.9		125		
		14	22.6	17.02	0		110	154		
V	13.0	0	22.8	13.31	108	8.0		110	Black ooze	
		13	25.4	16.43	67	8.0		200		
VI	5.5	0	22.5	14.40	110	7.8	125	171	s. M.	
		5.5	25.2	16.00	83	7.9	175	171		
VII	13.0	0	21.3	12.58	106	7.6	185	35	Black ooze	
		13		17.17	0	7.8	3025	600		
VIII	14.5	0	22.0	13.37	103	8.2	536	85	Black ooze	21.3
		2	24.6							
		3	26.4	16.43	87	8.0	420	101		
		6	25.6	17.05	12	7.9	1430	278		
		9	24.4	17.11	0	8.0	1800	360		
		12	23.0	17.08	0			353		
IX	3.0	0	22.1	12.67	100	8.0	150	53	Sand	
		3	23.2	14.95	84	8.2	425	91		
X	2.0	0	21.3	12.43	105	7.6	175	25	Gravel	
		2	23.2	14.56	101	7.8	175	35		
XI	13.5	0	21.6	12.73	98	7.8	300	19		22.4
		13.5	23.2	16.73	0		850	540		
XII		0	21.8			8.0			Sand	
XIII	8.5	0	23.4	13.59		8.2	125	15	Black ooze	23.7
XIV	7.0	0	23.9	12.29		8.0	881	22	Black ooze	
		7	26.2	16.55	75	7.9	357	78		
XV	7.5	0	23.4	13.80	101	8.2	484	85	Black ooze	23.6
		3	26.4	16.09	86	8.2	170	164		
		5	25.8	16.61	57	8.2	241	209		
		7.5	25.4	16.65	0			582		
XVI	0.4	0		0.55		7.3	4760	65	Sand	
		0.4		8.21			3710	175		
XVII	5.5	0	21.4	12.44	105	8.0	875	46		24.7
		5.5	26.4	16.49	61	8.1	105	99		

Table 2. Composition of benthonic communities in Yosa-Naikai. (Sept. 30—Oct. 1, 1950)

Classification of benthonic communities	Estuary region	Polychaeta region		L. region	L.-G. region	Theora region	Other
Station	XIV,XVI	IX	X	VI	XI	I, IV, V, VII, VIII, XIII, XV, XVII	III
ANNELIDA							
Polychaeta							
Spirorbis for inosus MOORE et BUSH		+	+		+		
Spirobranchus giganteus (PALLAS)			+				
Serpula ver icularis LINNE		+	+				
Prionospio pinnata EHLERS	13 21	3					
MOLLUSCA							
Amphineura							
Liolophura japonica (LISCHKE)			+				
Lamellibranchia							
Brachidontes senhousia (BENSON)	+ 1						
Loripes pisidium (DUNKER)				(4)	(1)		
Fulvia hungerfordi (SOWERBY)				3			
F. mutica (REEVE)				(+)			
Venerupis semidecussata (REEVE)	(8)	(2)			(1)		
Tellina juvenilis HANLEY	6				1		
Theora lubrica GOULD				(26)	(163)	(24) (6) (12) (70) (53) (46) (18) (22)	
Mya japonica JAY		(+)		(1)	(2)		
Laternula kamakurana PILSBRY		(+)					
Gastropoda							
Assiminea japonica V. MARTENS	(1)						
Contumax dialeucus (PHILIPPI)					(+)		
Liola semisulcata (DUNKER)					(1)		
PROCHORDATA							
Urochorda							
Styela plicata LESUEUR							+

Notes

L. region : Lamellibranchia-region.

L.-G region : Lamellibranchia-Gastropoda-region.

This table shows the individual number in 0.02m².

The bracketed number shows the dead shell valves in 0.02m².

The sign "+" indicates the existence of animals which are clinging to rocks or gravels and can not be caught quantitatively by the bottom sampler.

The sign "(+)" indicates the existence of the shell fragments, the accurate number of which can not be counted.

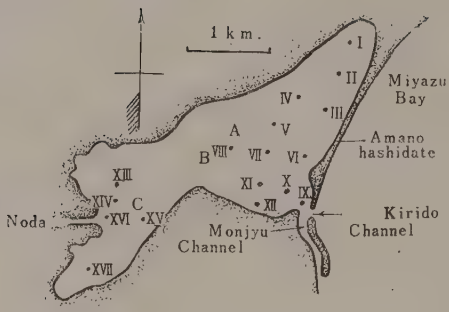

Fig. 1. The sketch map of Yosa-Naikai.
Roman numbers indicate the position of stations.
Capital letters, A, B and C indicate the position of tidal rips across which water samples were taken.

Temperature of water is highest at the middle layer and decreases towards both shallower and deeper layers. The surface temperature is 18.4—24.2° C and shows a wide deviation according to stations. The temperature of mud is a little lower than that of the water covering directly the bottom.

Chlorinity of the surface water shows a wide range of deviation from 0.55 to 14.73‰, although the lagoon water as a whole may be considered in the chlorinity from 12 to 14‰. This wide deviation according to stations is surely due to the strong effect of the river. Chlorinity increases suddenly in the surface layer, and below this layer it increases very slowly with depth.

Dissolved oxygen is over-saturated in the surface layer, but decreases with depth; it is quite absent near the bottom.

Silicate is rich in the estuary and near the bottom.

Phosphate increases with depth.

Tidal rips : There were found three tidal rips in the lagoon during the observations : the tidal rip A appeared between the brackish water areas No.3 and No.4 in the central part of the lagoon (the number of the brackish water area is described in the following chapter), the tidal rip B between the brackish water

Table 3. Oceanographical conditions at each side of respective tidal rip.

Position		Water temp. (°C)	Chlorinity (‰)	Silicate-Si (γ/L)	Phosphate-P (γ/L)
A	north side	24.2	14.73	174	20
	south side	22.8	13.72	333	24
B	north side	20.0	12.37	375	30
	sonth side	18.4	10.12	2000	18
C	north side	22.0	4.30	5000	115
	south side	23.2	13.77	200	550

areas No.1 and No.3 and the tidal rip C between the brackish water areas No.1 and No.3 near the estuary of the river Noda. I made some observations at both sides of these tidal rips and got the following results that the temperature was differing from 1.2 to 3.6°C, the chlorinity 9.74−1.01‰, the silicate 400−139 γ/L and the phosphate 4−435 γ/L between the surface waters of each side of respective tidal rip.

GENERAL CONSIDERATIONS

1. Influence of river.

High chlorinity is a characteristic of the sea water, and rich silicate is that of the river water. In the surface layer, the chlorinity and the concentration of silicate are safely considered to be negatively correlated with each other. Therefore, the degree of the influence of the river or the sea can be estimated theoretically by analysing one of these two factors. This time, I used the chlorinity as an indicator for this purpose, because the much accuracy is retained in the titration of the chlorinity than in the colorimetry of the silicate.

Table 4. Division of surface water.

Order of treatment	Maximum permissible value of chlorinity (‰)	Minimum permissible value of chlorinity (‰)	Rejected station		Name
			Station number	Chlorinity (‰)	
1	18.44	5.72	St. XVI North side of tidal rip C	0.55 4.03	Brackish water No.1
2	15.00	11.12	South side of tidal rip B	10,12	
3	14.50	11.94	North side of tidal rip A	14.73	Brackish water No.4
4	14.29	11.98	St. VI	14.40	
5	14.11	12.01	None		

Brackish water No.2 : St.I, St.VII, St.IX, St.X, St.XI, St.XII, St.XIV, St.XVII and the north side of tidal rip B.

Brackish water No.3 : St.II, St.III, St.IV, St.V, St.VIII, St.XIII, St.XV, the south side of tidal rip A and the south side of tidal rip C.

In order to divide the water mass affected strongly by the river water into several groups, I applied THOMPSON's method for rejecting the data of the chlorinity of the surface samples at 0.05 level of significance, on the assumption that the distribution of the chlorinity of the proper surface water of the lagoon follows the normal distribution. The rejection was repeated till no more sample was able to be rejected. The group of samples remained after the last rejection may be considered as the proper surface water of the lagoon, the group of samples

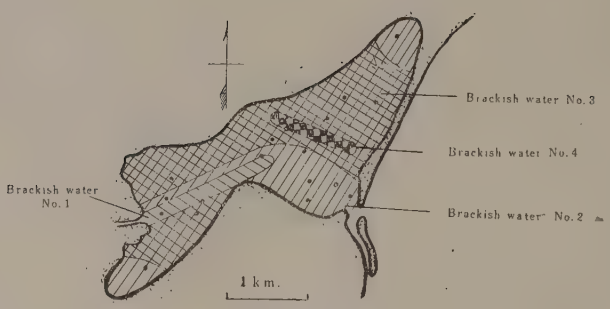

Fig. 2. Division of surface water.

rejected by their lower values is called the brackish water No.1, and the group of samples rejected by their higher values is the brackish water No.4. The stations along the line connecting the estuary to the openings of the channels are regarded as being in the course of the river water flowing into the lagoon; samples from these stations, as well as those from stations in the northeastern and southwestern parts of the lagoon, show the lower chlorinity than that of samples from other stations in the proper surface water area at 0.01 level of significance. The group of stations showing lower values is called the brackish water No.2, and that of stations showing higher values is numbered as No.3. It may be safely said that the influence of the river Noda is strongest at the brackish water No.1 (St. XVI, north side of tidal rip C and south side of tidal rip B), and decreases gradually in the order of No. 2 (St.I, St.VII, St.IX, St.X, St.XI, St.XII, St.XIV, St.XVII and north side of tidal rip B), No.3 (St.II, St.III, St.IV, St.V, St.VIII, St.XIII, St.XV, south side of tidal rip A and south side of tidal rip C) and No.4 (St.VI and north side of tidal rip A).

2. Division of the bottom water.

It is necessary to refer to all present environmental factors of the bottom water, useful or injurious to living organisms, when we discuss the relation between the benthonic communities and the character of the surrounding water. Moreover, the environmental factors in the past must be considered, if we deal with the benthonic communities including thanatocoenosis. Many factors of the environmental water are easily changeable secondarily, and consequently they can not be used as indicators showing the origin of the water mass stricly to us. When the origin of the water mass is pursued, some factors unchangeable secondarily must be chosen among environmental factors as indicators, even if they have some lesser biological meaning. Thus, the chlorinity was taken up as an indicator and treated with the same method as in the case of the surface water. The group of samples

Table 5. Division of bottom water.

Order of treatment	Maximum permissible value of chlorinity (‰)	Minimum permissible value of chlorinity (‰)	Rejected station		Name
			Station number	Chlorinity (‰)	
1	20.15	11.51	St.XVI	8.21	Bottom water No.1 (Brackish layer)
2	17.79	15.07	St.IX St.X	14.95 14.56	Bottom water No.2
3	17.30	16.14	St..XI	16.00	Bottom water No.3
4	17.43	16.16	None		Bottom water No.4 (Stagnant layer)

The remainders at the third treatment belong to the bottom water No.4.

rejected at first on account of their lower values is called the bottom water No.1 (St.XVI), the group of samples rejected next is No.2 (St.IX and St.X) and that of samples rejected thirdly is No.3 (St.XI). There is no sample to be rejected at the fourth treatment; the remainder is called the bottom water No.4 (St.I, St.IV, St.V, St.VI, St.VII, St.VIII, St.XV and St.XVII). The bottom water No.1 may be considered as corresponding to the brackish layer described in my previous report (1953) and No.4 to the deeper stagnant layer. If some samples were rejected on account of their higher values, the group of those samples should be called the bottom water No. 5 and considered as corresponding to the Miyazu Bay water layer mentioned in my previous report.

3. Classifcation of the benthonic communities.

The benthonic communities in this report comprise not only living organisms but also the thanatocoenosis. The benthonic communities in this lagoon are

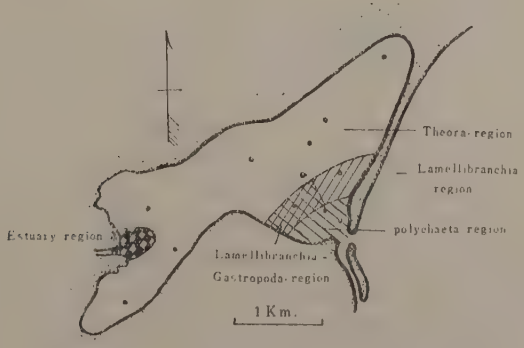

Fig. 3. Classification of Benthonic communities.

classified into the following three groups: 1) *Theora*-region, the benthonic communities composed of only *Theora;* 2) estuary-region, the region near the estuary and with rich benthonic fauna; and 3) channel-region, the region near the openings of the channels and also with rich benthonic fauna.

Prionospio pinnata, Brachidontes senhousia, Venerupis semidecussata Tellina juvenilis and *Assiminea japonica* were found at St. XIV and St.XVI near the estuary. The region near the openings of the channels is divided into two parts; one may be called as Polychaeta-region, because the fauna is composed mainly of polychaets and holds no *Theora,* while the other may be called as Mollusca-region, because the fauna is rich in molluscs including *Theora.* The latter is then divided into Lamellibranchia-region where the benthonic fauna is composed of four species of Lamellibranchia including *Theora* (St.XI), and Lamellibranchia-Gastropoda-region where the benthonic fauna adds *Fulvia hungerfordi* and *F. mutica* of Lamellibranchia and *Contmax dialeucus* and *Liola semisulcata* of Gastropoda to that found at St.XI.

4. Relation between the division of the bottom water and the composition of the benthonic communities.

The composition of benthonic communities is closely related with the division of the bottom water classified by chlorinity as shown in table 6. The *Theora*-region correlates with the bottom water No.4 (stagnant layer), the estuary-region is covered with the bottom water No.1 (brackish layer) and the water near the boundary between the bottom water No.4 and the bottom water No.1, the bottom

Table 6. The relation between the composition of benthonic communities and the division of the bottom water

Estuay-region			Bottom water No.1 and the water near the boundary between Bottom water No.1 and No.4 (St.XIV, St. XVI)
Channel-region	Polychaeta-region		Bottom water No.2 (St.IX, and St.X)
	Mollusca-region	Lamellibranchia-region	The water near the boundary between bottom water No.3 and No.4 (St.VI)
		Lamellibranchia-Gastropoda-region	Bottom water No.3 (St.XI)
Theora-region			Bottom water No.4 (St.I, St.IV, St.V, St.VII, St.VIII, St.XIII, St.XV and St.XVII)

water No.2 covers the Polychaeta-region, the bottom water No.3 correlates with the Lamellibranchia-Gastropoda-region and the water near the boundary between the bottom water No.3 and the bottom wator No.4 covers the Lamellibranchia-region.

The fact, mentioned above, does not mean that the benthonic communities are controled solely by chlorinity of the environmental water. Preferably, I think that water masses differing in chlorinity differ, or might be differed, in other biologically important factors, and that the composition of the benthonic communities is controled by these biologically important factors.

SUMMARY

1. Results of the observations during the period from Sept. 30 to Oct. 1, 1950 are shown in Tables 1 and 2.

2. The degree of the influence of the river water was analysed, using the chlorinity of the surface water as an indicator. The influence of the river Noda is strongest at St. XVI, north side of tidal rip C and south side of tidal rip B, and decreases gradually in the order of (St.I, St.VII, St.IX, St.X, St.XI, St.XII, St.XIV and the north side of tidal rip B), (St.II, St.III, St.IV, St.V, St.VIII,St.XIII, St.XV, the south side of tidal rip A and the south side of tidal rip C) and (St.VI and the north side of tidal rip A).

3. The bottom water are classified into the four groups, the bottom water No.1—No.4, by the similar method as in the case of the surface water.

4. The benthonic communities, including thanatocoenosis, are classified into five groups: estuary-region, polychaeta-region, Lamellibranchia-region, Lamellibranchia-Gastropoda-region and *Theora*-region.

5. The composition of benthonic communities is closely related with the division of the water as shown in Table 6.

REFERENCES

1) MAÉDA, H. : 1952. Studies on Yosa-Naikai. 1. On the over-saturation of dissolved oxygen and vertical chages of pH in winter. Umi to Sora (Sea and Sky), **29** (5, 6), 89—96 (in Japanese with English summary).

2) ——— : 1953. Studies on Yosa-Naikai. 2. Considerations upon the stagnation and the influences by the river Noda and the open sea. Jour. Shimonoseki Coll. Fish.

3) MIYADI, D. *et al.* : 1947. On the hydrographical succession of the Yosa-Naikai and the decline of its fisheries. Zool. Mag., **57** (9), 147—152 (in Japanese with English summary).

4) MIYADI, D. and T.HABE, : 1949. Studies on the Yosa-Naikai, its oceanographical conditions and their improvement for fisheries purposes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. **14** (5), 244—250 (in Japanese with English summary).

網糸の研究 (III)

合成繊維の性質について(2)*

深沢文雄・増崎謙二

Study on the Netting-cords——III
On the Mechanical Properties of Synthetic-fiber——2

By
Fumio FUKAZAWA and Kenji MASUZAKI

In the previous paper about the series of this study, we reported the mechanical properties of Amilan and Saran. As the results of the experiment, the relation between Young' s modulus and time is given by

$$\exp(E) = \gamma \exp(-\log t/\lambda) \quad \text{---- (A)}$$

where γ and λ are constants for the different matters, λ is called the relaxation of time. This paper deals with the mechanical properties of Vinylon which were observed under the similar experimental conditions. In the case of Vinylon, it was found that the equation (A) was applicable.

緒　　言

一般の金属等の弾性体の示す力学的性質と合成繊維のような高分子化合物が示す力学的性質とは非常に異る。その差異は種々の原因によつて起るのであるが，特に時間によつて大なる影響を受けるからである。MAXWELL (1867), BOLTZMANN (1876), KUHN (1933) 等の考えによる緩和現象の緩和時間を考慮しなければならない。さきに著者等は昭和 27 年秋の北海道函館に於ける水産学会で，合成繊維のアミラン，サラン（塩化ビニリデン）について上記緩和時間を考慮してヤング率等の実験結果を発表した。従来ビニロン繊維は短繊維のものが多かつたのでその力学的性質をアミラン等と厳密に比較することが出来なかつたが今回長繊維のビニロンが入手出来たので，第一報と同様な静荷重の引張試験を行つた。勿論ビニロンも高分子化合物であるためアミラン等と同一の考慮の下に実験したのであるが理論は第一報で述べてあるのでここでは省略するが MAXWELL の関係式だけをあげると

$$d\sigma/dt = Ed\varepsilon/dt - \sigma/\lambda$$

εは歪，σは応力を示しE，λは物質による常数である。εが一定なるときはσは時間と共に指数函数的に減少するが時間がλだけ経つとσは元の値の$1/e$となる。従つてλは時間の次元を有する定数で緩和時間と名付けられるものである。

* 水産講習所研究業績 第81号.

実　　験

本実験の資料は下関市日本漁網株式会社提供のビニロン280dで繊維の直径は

$$0.0261 \pm 0.00175\text{mm}$$

であつた。静荷重引張の測定にはキモグラフ，移動顕微鏡，カセトメータを使用した。

1)　歪εと時間tとの関係は（第1図）指数函数的変化をなし，$d\varepsilon/dt$は各応力の大小によつて時間は異なるが大体一定値に達する。$d\varepsilon/dt$の値を各繊維について比較してみる

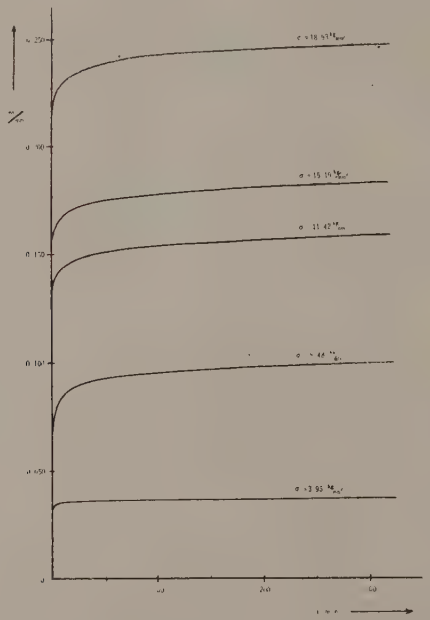

Fig. 1. Relation between strain and time of Vinylon.

と（第1表）アミラン，ビニロンはサランより速かに落着くことが示される。第1図に示されるε—t曲線の実験式は

$$\varepsilon = \lambda\sigma/(-\log t + \lambda\gamma')$$

で表わされ，λ，γ'は物質による常数である。本実験式は第一報で得られたアミラン等の実験式と同一である。本実験で使用したビニロン繊維では

$$\lambda = 2.4\times10^{-3}\text{sec} \qquad \gamma' = 99.10$$

Table I. Relation between σ and $d\varepsilon/dt$.

Substance	σ (kg/mm²)	$d\varepsilon/dt$ (mm/min)	Time (min)
Amilan	16.7	2×10^{-5}	300
Saran	15.3	5×10^{-5}	300
Vinylon	15.2	1×10^{-5}	300

であつた。合成繊維ではHOOKの法則を満足する弾性限界と考えられる部分は非常に小範囲で厳密に考えれば $\varepsilon - t$ 或は $\varepsilon - \sigma$ 曲線はゴムのそれらの曲線が示すS字型の傾向を有するのであるが実用上に於ては第1,3図に示すような曲線として差支えない。

2) $d\varepsilon/dt$ と σ との関係は（第2図）$d\varepsilon/dt$ が塑性域に於てはMAXWELLの式より応力 σ を一定におくと

$$d\varepsilon/dt = \sigma/(\lambda E) \text{ 或は } \varepsilon = Et/\lambda$$

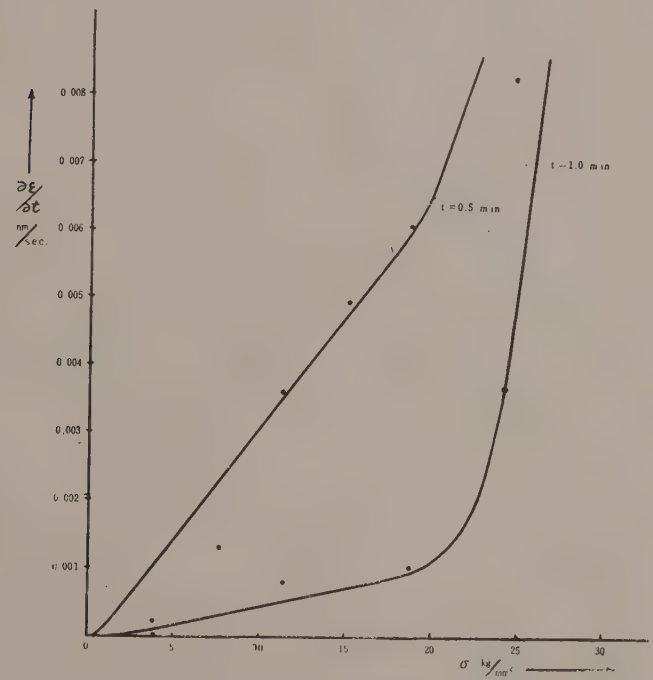

Fig. 2. Relation between stress and dε/dt.
•: observed value.

となり歪は一定の速さで増すことになる。歪が上式で与えられるときは剛餅は粘性流体の変形と同一種のものと考えられる。即ちNEWTONの粘性法則の式と一致する。NEWTONの関係式は

$$du/dt = 1/\eta \times X_y$$

で，X_y はy軸に垂直な層のズレを表わし η は粘性係数，u は粘性流体の層流に於ける流れの速度である。一般に高分子化合物では

$$d\varepsilon/dt = (\sigma - \sigma_0)^n/\eta \ , \ \sigma_0 : \text{下限降伏点}$$

の形で与えられ，これはOSTWALDによれば構造粘性と呼ばれる場合に相当するのである。ビニロンの場合も $d\varepsilon/dt - \sigma$ 曲線は σ が大となると粘性流の場合と同一で $n = 1$ となり，σ の小さい範囲では $n > 1$ で σ の増加に従い n は1に近づくのである。σ_0 下限降伏点は非常に小さい値であるので

$$d\varepsilon/dt \doteqdot (\sigma - \sigma_0)^n/\eta \fallingdotseq \sigma^n/\eta$$

として計算するとηの値は　ビニロン：0.60—0.83×10^7 kg sec/cm^2
アミラン：1.04—1.07×10^7 〃
サ ラ ン：0.73—0.76×10^7 〃
(但しt=1.0 min)

となる。

3) 応力σと歪εとの関係は（第3図）σが14—15kg/mm^{2}の範囲内では大体直線関係を

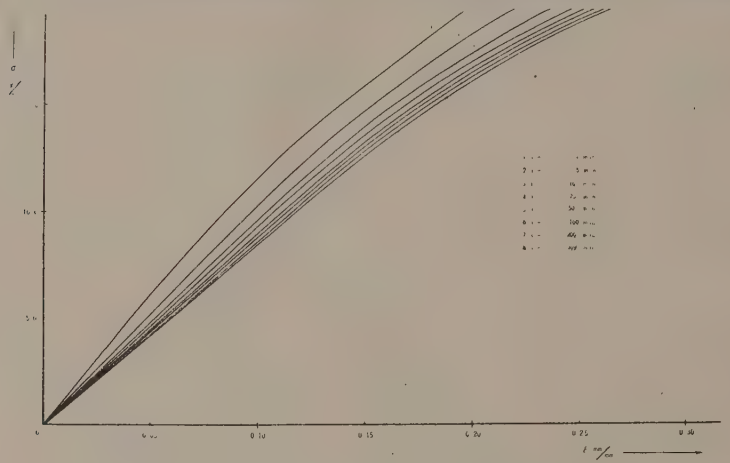

Fig. 3. Relation between strain and stress of Vinylon.

満足している。$\varepsilon-\sigma$曲線の実験式は実験(1)のそれと同一な

$$\sigma = -\varepsilon \log t/\lambda + \gamma'$$

で表わされる。即ち時間tによつてσ—ε関係が異なり，一般弾性体と比較して HOOK の法則を満足する範囲内に於て任意の時刻に対する$\varepsilon-\sigma$曲線が得られる。

4) ヤング率Eと時間tとの関係は（第4図）実験(1)，(3)で示されるように指数函数的変化でなければならない。今各応力に対するEが同一時

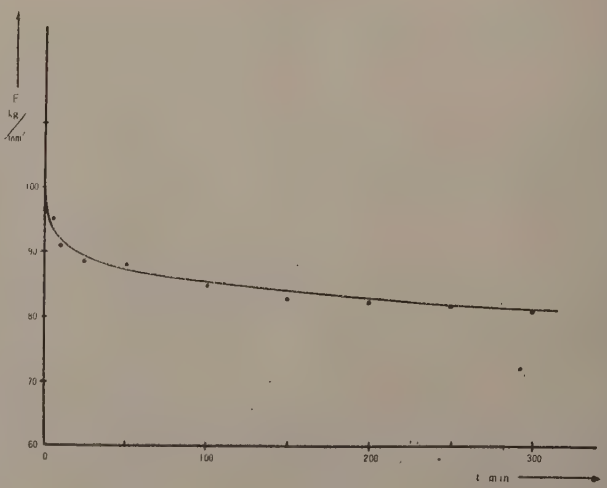

Fig. 4. Relation between Young's modulus and time of Vinylon.
∴ observed value.

刻に於ては一定であると考えれば実験(3)よりヤング率の時間的変化が求められる。その実験式はアミラン等と同様に

$$\exp(E) = \gamma \exp(-\log t/\lambda)$$

但し $\log \gamma = \gamma' \log e$

で表わされる。λ, γ は物質による常数である。本実験で使用した試料では

$$\lambda = 2.4\times10^{-3} \text{ sec}$$

$$\log\gamma = 43.038$$

であつた。上式に於て $t \to 0$ に近づくときは，$E \to E_\infty$（瞬間的ヤング率）となる。即ち衝撃力の加えられた場合で，$t \to \infty$ になるときは $E \to E_0$（静的ヤング率）となる。

考 察

以上の実験結果と第Ⅰ報の実験よりアミラン，ビニロン，サランのヤング率の時間的変化は実験式

$$\exp(E) = \gamma \exp(-\log t/\lambda)$$

で表わされ，この式よりの計算値と測定値とがよく一致することが判つた。一般に高分子化合物のヤング率としては $(E_0+E_\infty)/E_\infty$ の値で示している。即ち E_∞ は準静的にセニメータにより衝撃破壊時の値をとり，E_0 は音波の共鳴より求められる動的ヤング率をもつて近似的に用いている。然し実用上に於ては各時刻によるヤング率を用いるほうが正しい結果が得られる。更に我々が使用した今迄の試料による各繊維の常数値（第2表）は λ について考えれば，

Table 2.

Substance	λ (sec)	γ'	$\log\gamma$
Amilan	1.93×10^{-3}	172.55	74.937
Saran	0.94×10^{-3}	120.50	52.332
Vinylon	2.42×10^{-3}	99.10	43.038

他の有機化合物の緩和時間の値が既往の文献によれば $0.3\sim1.7\times10^{-3}$sec 程度であるから，我々の得た値は大体妥当と思われる。λ の性質としては λ が大になれば E の時間的変化の割合は小さくなるので，サランよりアミラン，ビニロンの dE/dt は小となる。$\varepsilon - t$ 曲線より見ると $d\varepsilon/dt$ が一定と見做される迄の経過時間はアミラン，ビニロンが大体同一時間で一定となり，サランは両者に比べて約1.5倍の経過時間を必要とするので弾性体の性質としてはサランよりアミラン，ビニロンの方がよいように思えるが其の他の弾性的の性質を調べてみなければ簡単にその優劣を断定することは危険である。又一般に抗張力試験機では応力，歪の関係は荷重の積算及び時間の考慮が適確でないため緩和時間を考慮した場合に比較して大なる値を示す傾向にある。従つて合成繊維の弾性的性質を考究するときは何れの場合に於ても緩和現象を考慮しなくてはならない。

文 献

1) 岡 小天：1944. 無定形固体及液体の弾性，可塑性，粘性に関する最近の研究，物理学講演集

(3) (文部省，学術研究会議共編)，279～288，丸善，東京．
2) 関 小天：1951．高分子物理学概説，分子物理学（小谷正雄編)，170～196，共立出版，東京．
3) 日本化学会：1952．化学便覧，897～899，丸善，東京．
4) 田内森三郎：1949．水産物理学，朝倉書房，東京．
5) 俣野仲次郎：1944．繊維物理学，紡織雑誌社，大阪．
6) 根岸道治．伊藤平八郎：1951．繊維の衝撃引張りに関する研究，第四報，繊維の内部粘性係数と流動の緩和時間について，繊維学会誌，7 (7)，365～368．
7) 深沢文雄．増崎謙二：1953．網糸の研究 (I)， 合成繊維の性質について (1)， 日本水産学会誌，18 (10)，472～477．

網糸の研究 (IV)

糸の機械的性質に就いて(2)*

増崎謙二・深沢文雄

Study on the Netting-Cords——IV
On the Mechanical Properties of Strand——2

By
Kenji MASUZAKI and Fumio FUKAZAWA

Deducing from the previous results, we obtained the following formulation regarding to the outside diameter of strand,

$$D = 2r_2 + d_0 (n''-1) \quad (1 - P'_2/P_S \; m\varepsilon_S) \quad \text{for } 19 \geqq n > 7,$$
$$D = 2r_3 + d_0 (n''-2) \quad (1 - P'_3/P_S \; m\varepsilon_S) \quad \text{for } 37 \geqq n > 19,$$

where r = spiral radius of each fiber,
P' = tension induced in each fiber,
P_S = tension induced in the central fiber,
n'' = number of layers,
m = Poisson's ratio of fiber,

and also obtained the following formulation for the total force of each fiber constructing the strand.

$$P = P_S + P_X \sin\alpha + P_Y \sin\beta, \quad \text{for } 19 \geqq n > 7,$$
$$P = P_S + P_X \sin\alpha + P_Y \sin\beta + P_Z \sin\gamma, \quad \text{for } 37 \geqq n > 19,$$

where P_X = total tension induced in n'_1— the fibers next to the center— ($n'=1$)
P_Y = total tension induced in n'_2—the fibers next to n'_1— ($n'=2$)
P_Z = total tension induced in n'_3—the fibers next to n'_2— ($n'=3$)

and, α, β, γ denote the inclination of each fiber, number suffix of each letter shows the position of layers.

The right sides of these formulae are shown by the function of t and ε_S. Therefore, substituting them with observed values, it was admitted that both the variations of real dead weight and diametral contraction calculated from observed quantities proved themselves nearly equalled to these observed directly, moreover, we could quantitatatively estimate the influence of spaces between each fibers, comparing the calculated value with observed one (see Figs. 2, 5, 6, 7, Tables 1, 2).

緒　　言

* 水産講習所研究業績 第82号

本稿に於いては塩化ビニリデン（サラン）のストランド750d×9（n=9），750d×12（n=12），750d×15（n=15），750d×18（n=18），750d×21（n=21），750d×24（n=24），の6種類に就いて第2報[8]に於いて導き出した外径Dの式に実験値を代入した結果，第2報[8]の推論が妥当である事を論じ，更に荷重を加えた場合ストランドを構成する各繊維の描く螺線の半径の縮少に依る各繊維の傾斜角の変化を各列の繊維に就いて計算し，此の傾きの影響と各繊維の伸びより，各列の繊維の受持つ力を推定して之を加え合せて得たストランドの推定張力Pと実際の荷重とを比較検討して見た。尚此の場合繊維と繊維の間に遊びがないと云う仮定の下に出発した前報の推論より導かれたD或はPと測定値の喰い違いから，繊維間の遊びが外力に依つてどのように変化するかも併せて考察して見た。

実　験　並　に　考　察

1．放置荷重に依るストランドの外径の縮少

トワインをほぐして取出した各nのストランドに繊維一本当りの初荷重が50g（繊維のヤング率を決める実験の際に繊維にかけた初荷重）にたるように初荷重をかけてストランドの軸が大体直線状になるように保ち，之に放置荷重Wを加え約30cmの間隔に印した二点間の伸びをカセトメーター（精度1/50 mm）に依つて各時間毎に測定して各荷重各時刻に於ける単位長さ当りの伸びε_Sを求め（第1図），

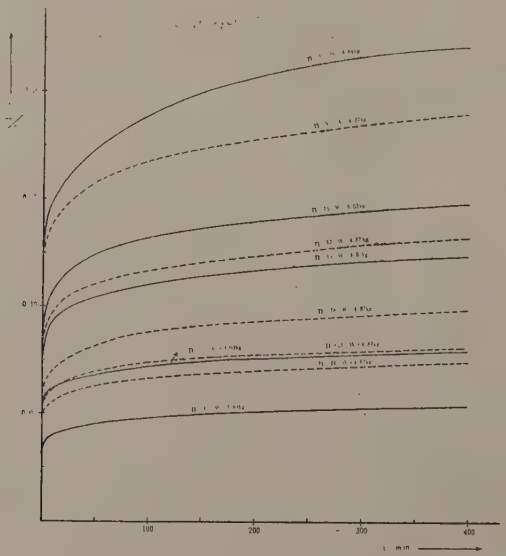

Fig. 1.　Relation between ε_S and t for each strand being observed by experiment.

此のε_Sを第2報で導いたストランドの外径の式

n = 9の場合，$D = 0.834 - 0.158\,\varepsilon_S - 0.081\,K\varepsilon_S^{3/8}\,E^{2/3}$

$n = 12$ の場合, $D = 0.959 - 0.173\,\varepsilon_S - 0.093\,K\,\varepsilon_S^{2/3}\,E^{2/3}$
$n = 15$ の場合, $D = 1.084 - 0.204\,\varepsilon_S - 0.102\,K\,\varepsilon_S^{2/3}\,E^{2/3}$
$n = 18$ の場合, $D = 1.209 - 0.228\,\varepsilon_S - 0.112\,K\,\varepsilon_S^{2/3}\,E^{2/3}$
$n = 21$ の場合, $D = 1.306 - 0.243\,\varepsilon_S - 0.137\,K\,\varepsilon_S^{2/3}\,E^{2/3}$
$n = 24$ の場合, $D = 1.389 - 0.261\,\varepsilon_S - 0.140\,K\,\varepsilon_S^{2/3}\,E^{2/3}$

但し, K は繊維の接触に依る繊維相互の近寄りの係数で繊維の直径が一定なる場合はヤング率に依つて変る常数である。第1項は繊維の直径より計算した無負荷の時の外径D, 第2項は繊維のポアソン比による依る外径の縮少, 第3項は繊維相互の圧縮による外径の縮少を表わす。

の各々に代入して単位直径当りの外径の縮少率 $\varepsilon_D = D_0 - D/D_0$ を計算した結果第2図に示す

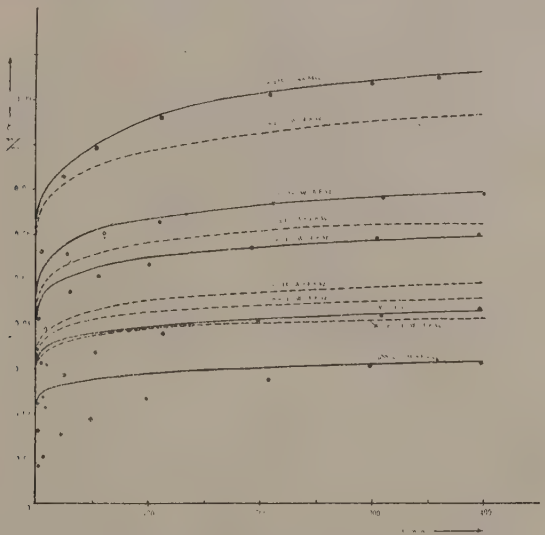

Fig. 2. Calculated values of ε_D at each time under the various dead weights. (· observed value.)

ような結果を得た。図が煩雑になるので実測値としては$n=15$の各荷重のものゝみを入れているが他のnのものに就いても同様な傾向が見られる。此所でtが小さい間, とくに単位本数当りの荷重が小さいものに就いては計算値が実測値より大きく出ている傾向にあるが, 之は次の項で述べる繊維相互の間に遊びがある為の影響と思われる。

2. ストランドの伸びより推定する外力Pの計算

ストランドを引張つた場合之を構成する各繊維の伸びより各時間毎に繊維に生ずる張力を実験的に時間の函数として求めたヤング率から推定し, 之等の張力のストランドの軸方向の分力を加え合せたものがストランドの推定張力Pになると云う考えの下に第2報に於ける張力の式

$11 \geqq n > 7$ の場合, $P = P_S + P_X \sin\alpha + P_Y \sin\beta$,

$37 \geqq n > 19$ の場合, $P = P_S + P_X \sin\alpha + P_Y \sin\beta + P_Z \sin\gamma$,

を導き出した。此の中でα, β, γは螺線の半径rの縮少に依つても又ストランドの伸び ε_S の

変化に依つても変化するものである。先づrの荷重に依る時間的変化を求める為第2報に於いて導いたrの式

$n=9$ の場合，$r_2 = 0.396 - 0.075\,\varepsilon_S - 0.041\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.025\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$n=12$ の場合，$r_2 = 0.427 - 0.081\,\varepsilon_S - 0.047\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.030\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$n=15$ の場合，$r_2 = 0.458 - 0.087\,\varepsilon_S - 0.051\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.033\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$n=18$ の場合，$r_2 = 0.490 - 0.093\,\varepsilon_S - 0.056\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.035\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$n=21$ の場合，$r_3 = 0.639 - 0.119\,\varepsilon_S - 0.069\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_2 = 0.500 - 0.096\,\varepsilon_S - 0.058\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.036\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$n=24$ の場合，$r_3 = 0.660 - 0.124\,\varepsilon_S - 0.070\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_2 = 0.500 - 0.096\,\varepsilon_S - 0.058\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

$r_1 = 0.250 - 0.049\,\varepsilon_S - 0.035\,K\varepsilon_S^{2/3}E^{2/3}$

但し，Dの式の場合と同様に第1項は無負荷の時の螺線の半径，第2項はポアソン比の影響，第3項は繊維相互の圧縮に依る影響を表わす。

に代入した結果，各種類のストランドの中のrの時間的変化として第3図に示すような結果を

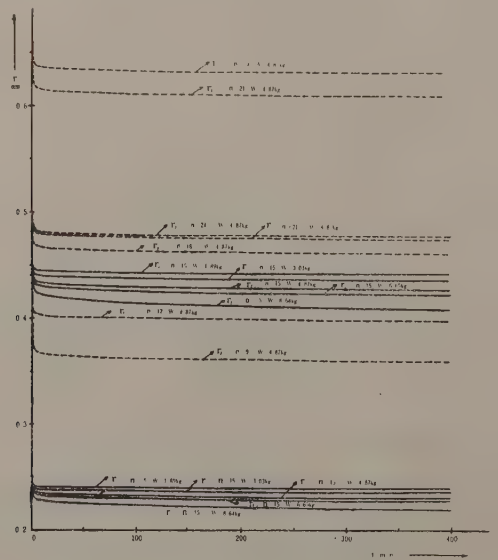

Fig. 3.　Variation of spiral radius for each fiber situating at each layer.

得た。但し，図が煩雑になるので，r_1は$n=15$のものゝみを書込んでいる。此のrの各時間，

各荷重に於ける数値と，同様な条件に於ける ε_S より此の条件に於いて各繊維がストランドの軸に垂直な平面となす傾斜角を求めると，

$$\alpha = \tan^{-1}\frac{a\,(1+\varepsilon_S)}{2\pi r_1}, \quad \beta = \tan^{-1}\frac{a\,(1+\varepsilon_S)}{2\pi r_2}, \quad \gamma = \tan^{-1}\frac{a\,(1+\varepsilon_S)}{2\pi r_3}$$

但し，aは螺線のピッチ

となり各繊維の各状態でストランド中でなす傾斜角は r と ε_S より計算出来る。此の結果を第4図に示す。

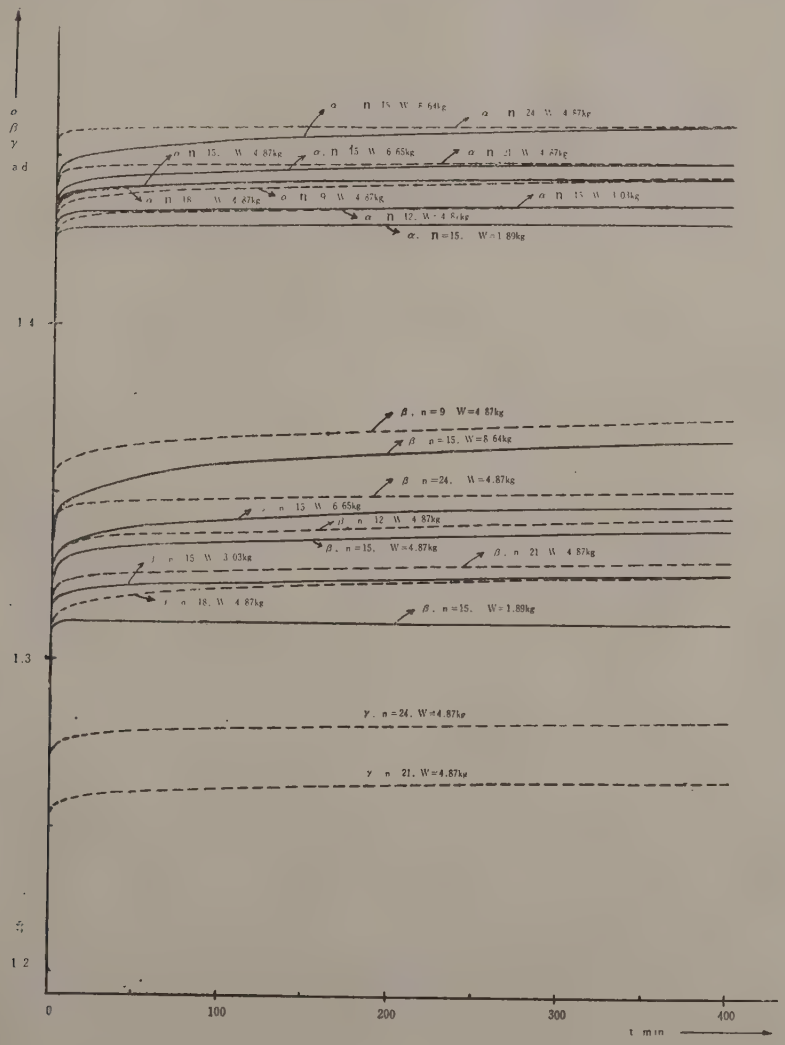

Fig. 4. Variation of α, β, γ, for each fiber situating at each layer.

更にAを繊維の断面積とすると

$$P_S = AE\varepsilon_S, \quad P_x = AE\varepsilon_S \frac{6\sin^2\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha},$$

$19 \geqq n > 7$の場合，$P_y = AE\varepsilon_S \frac{(n-7)\sin^2\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}$,

$37 \geqq n > 19$の場合，$P_y = AE\varepsilon_S \frac{12\sin^2\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}$,

$$P_z = AE\varepsilon_S \frac{(n-19)\sin^2\gamma}{1+\varepsilon_S\cos^2\gamma},$$

となり，之等を張力Pの式に代入すると，各nに対するPの式として次の各式を得る。

$n=9$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{2\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}\right)$

$n=12$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{5\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}\right)$

$n=15$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{8\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}\right)$

$n=18$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{11\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta}\right)$

$n=21$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{12\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta} + \frac{2\sin^3\gamma}{1+\varepsilon_S\cos^2\gamma}\right)$

$n=24$の場合 $P = AE\varepsilon_S\left(1 + \frac{6\sin^3\alpha}{1+\varepsilon_S\cos^2\alpha} + \frac{12\sin^3\beta}{1+\varepsilon_S\cos^2\beta} + \frac{5\sin^3\gamma}{1+\varepsilon_S\cos^2\gamma}\right)$

之等の式に於いてα，β，γはε_Sの函数でありrはε_S，tの函数であるからストランドの張力Pはε_S及びtの函数で表わされ，此の右辺に各荷重，各種類に就いての実測値ε_S及びtを代入すれば，第2報で述べたような理論的考察による張力の推定値Pが計算される。各種類に就いての計算結果を第1表，各荷重についての計算結果を第2表に示す。

Table 1. Calculated values, P in kg of each species at each time, under the constant dead weight.

t (min)	$n=9$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=12$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=15$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=18$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=21$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=24$ $W=4.87$ (kg)
1.0	6.08			3.0	6.68	1.0	5.98	3.0	6.06	2.0	6.39
5.0	6.08	3.5	5.49	7.0	6.60	5.0	5.87	6.0	6.02	7.0	6.22
10.0	6.01	10.0	5.47	17.0	6.60	12.0	5.86	13.0	5.94	10.0	6.24
25.0	5.97	20.0	5.54	31.0	6.40	26.0	5.92	26.0	5.96	27.0	6.27
50.0	6.00	57.0	5.14	76.0	6.42	86.0	6.12	66.0	5.81	52.5	6.15
100.0	5.97	102.0	5.16	100.0	6.39	123.0	6.04	106.0	5.88	104.0	6.20
200.0	5.98	222.0	4.99	200.0	6.36	200.0	5.86	218.0	5.72	186.0	6.09
300.0	5.97	316.0	5.46	306.0	6.40	302.0	5.89	302.0	5.71	308.0	6.03
400.0	5.98			397.0	6.26	360.0	5.88	426.0	5.68	406.0	5.98

Table 2. Calculated values, P in kg of the species, $n=15$ at each time, under the various dead weights.

t (min)	$n=15$ $W=8.64$ (kg)	t (min)	$n=15$ $W=6.65$ (kg)	t (min)	$n=15$ $W=4.87$ (kg)	t (min)	$n=15$ $W=3.03$ (kg)	t (min)	$n=15$ $W=1.89$ (kg)
2.0	10.21	2.0	7.40	3.0	6.63	2.0	4.36	1.0	2.85
5.0	10.68	6.0	7.50	7.0	6.60	5.0	4.35	5.0	2.83
10.0	10.50	10.0	7.51	17.0	6.60	10.0	4.32	10.0	2.80
25.0	10.61	27.0	7.62	31.0	6.40	25.0	4.29	25.0	2.79
52.0	10.88	58.0	7.73	76.0	6.42	52.0	4.15	50.0	2.79
110.0	11.32	108.0	7.63	100.0	6.39	113.0	4.21	99.0	2.79
		149.0	7.66						
209.0	11.29	210.0	7.77	200.0	6.36	200.0	4.14	210.0	2.76
300.0	11.42	310.0	7.55	306.0	6.40	310.0	4.11	300.0	2.75
360.0	11.46	400.0	7.60	397.0	6.26	418.0	4.07	400.0	2.73

此の第1表及び第2表でわかるように理論的に計算したPの値が一般に実際の荷重より何れの荷重の場合も又何れの本数の場合も約1Kg位大きく出ているが，此の理由は実験に使用したストランドが，熱処理或は加工等の試料差に依る影響をなくする為に，既成のトワインを解きほぐして得たものであるので相当の初荷重をかけても，ストランド軸の最初の状態が一直線状になる事が出来ず幾分螺線状をなしている。故に荷重に依つて此の螺線が伸びる影響が ε_S には入つて居り略々同一量だけ伸び過ぎる為であり，その伸び過ぎの影響が約1kg位の張力の形で現れて来ているものと思われる。此の影響は荷重が小さい場合は最後迄残り得るから荷重が軽い程幾分小さく荷重が重い程幾分大きく現われる傾向がある。此の約1kgの張力は例えば$n=15$，$W=3.03$kgの時に就いて云えば ε_S に換算して$t=10$分位の時0.02mm位，$t=400$分位の時0.03mm位に相当し荷重が大きくなる程幾分増加する。

更に又第1表では一般にtが小さい所でPが大きく出ている傾向にあり，tが大きくなる程次第にPが小さくなり或程度時間が過ぎるとPが略々一定値になつて居り，而もnの数が多い程Pが一定になる個所がtの大きい方にづれている傾向があるが，之は繊維と繊維の間の遊びの影響であると思われる。即ちtが小さい程，又nが大きくなつて繊維一本当りの荷重が小さくなる程此の遊びの影響は大きいと考えられるから，実験結果に伸びの形で現われて来た遊びの影響が僅かの荷重の形で表現される為と思われる。故に或程度荷重時間がたつて大体繊維間の遊びがなくなればそれ以後に於いてはPが一定となつているのであらう。同様の遊びの影響は第2表でも同様の傾向で表われており，$W=8.64$kg，$W=6.65$kg では殆んど遊び

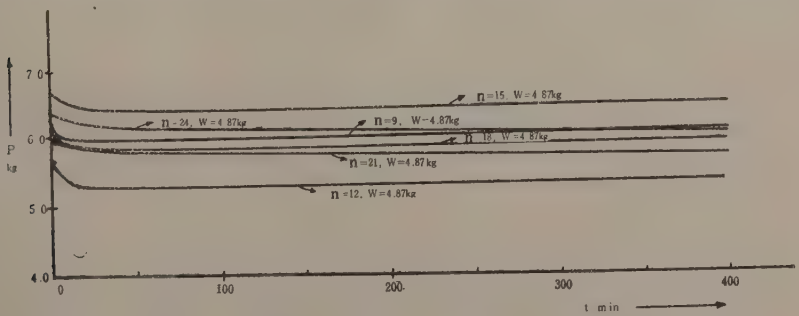

Fig. 5. Tendency of calculated values, P for the various species under the constant dead weight.

の影響は認められないが $W=4.87$kg では 20 分位迄，$W=3.03$kg では 70 分位迄，$W=1.89$kg では250分位迄遊びの影響が残つているものと思われる。而も此の遊びの影響は第2報で報告した，ストランドを構成する繊維と繊維の接触に依る近寄りの係数Kを計算する時に現われた遊びの影響と時間的に略々同一個所に現われている。此の様な遊びの影響を直観的に観察出来るように第5図に各 n，各Wに就いての時間 t と計算に依る推定張力Pとの関係を示す。更に此の関係を明白にする為に第2報で報告した各 n に対するKと t の関係第6図を再び

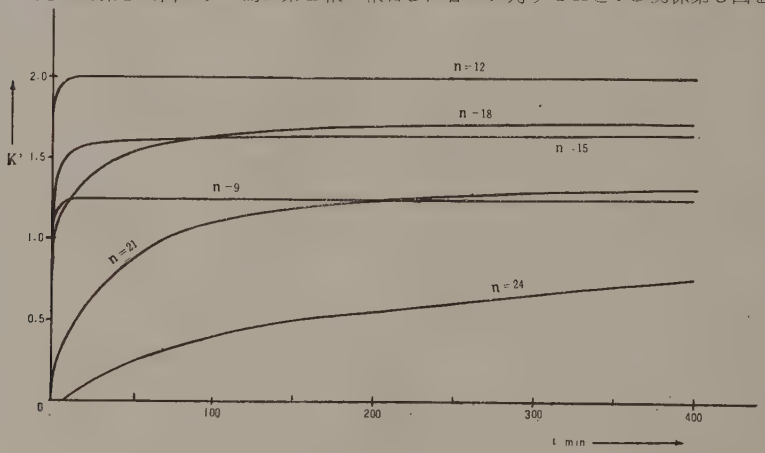

Fig. 6.　Calculated from the result of experiment about various species.　(Values K').

掲げて同一種類の試料に同一荷重を加えた場合はPの場合もK'の場合も略々同一時刻で一定値に達する事を示しておく。

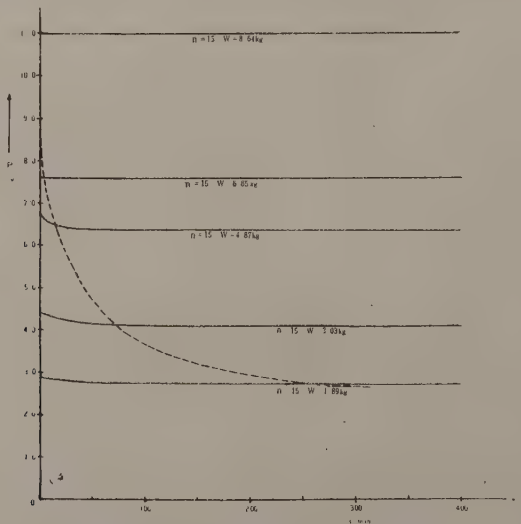

Fig. 7.　Full lines show the tendency of calculated value, P for the species, $n=15$, under the various dead weights, and dotted line shows the limit which spaces remain between fibers.

第7図は同一種類（$n=15$）で異る荷重についてのtとPの関係で，大体Pが一定になつていると思われる限界の点を各荷重について結んで行くと破線で示すような遊びの影響が残る限界線が想像され，此の破線より左下は遊びが残つている状態，破線より右上は遊びのなくなつた状態を表わしていると思われる。

要　　結

以上の計算はストランドを構成する繊維が正しい螺線状をなし而も之等の螺線が中心に心線を考えてその周囲に数列の繊維が同一撚り数の下に密着していると仮定して行つたものであるが，実際に長繊維を数本取り揃えて之に徐々に撚りをかけて行く場合，周囲に位置する繊維は先づ中心に位置する繊維に巻きつき乍ら撚られるので此の場合必然的にそのコイルの軸は縮少し，此の為最初中心に位置していた繊維は周囲の繊維に依つて軸方向の圧縮力を受けてわずかの捩りでも捩りの挫屈を起し，更に撚りをかけると最初中心に位置した繊維に対してお互いに巻きつくような状態となる。故に此のようにお互いにお互いの繊維に挫屈を起させ乍ら撚られて行つて出来上つたストランドの中の繊維は何れも略々同じ形の複雑な空間曲線をなしていると考えられる。均一な同じ大きさの繊維で出来たストランドの理論的な破断力等を考える場合には，此の繊維の形づくる曲線を基にして計算を進めなければならないと思われるが，使用限界の荷重に就いての$P-\varepsilon_S-t$の関係或は$\varepsilon_D-\varepsilon_S-t$の関係を推論する場合には，ストランドの各断面の繊維の配列の情況が中心に心線が存在しその周囲に数本の繊維が取りまいているような形になつているから，本報告の考え方に依る計算で十分満足されるものと思われる。尚此の様な計算に依つて求めたPとε_Sの$n=15$の場合の関係を第8図に示すと時間がたつて

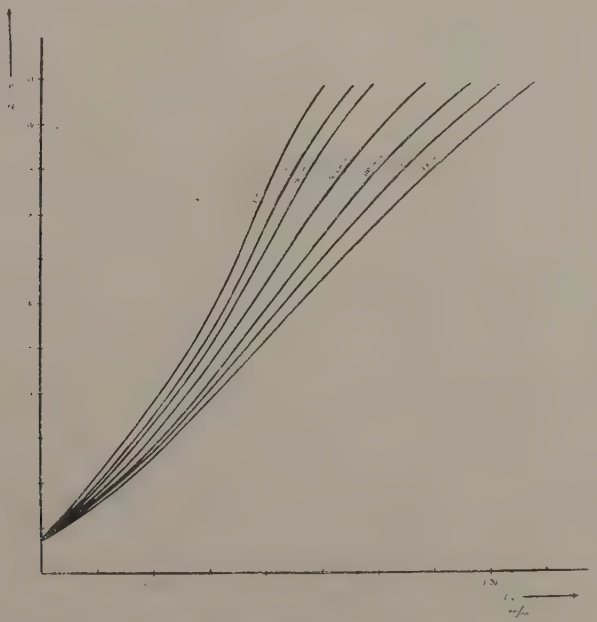

Fig. 8.　Relation between P and ε_S for each time.

繊維の傾斜角 α, β, γ が $\pi/2$ に近づくにつれて，ストランドは繊維の性質（第1報参照）に似かよつて来て，直線に近くなつてくる事を示しておく。

此のようなストランドを三子撚り合せて作つたトワインに就いても，これを引張した場合1本のストランドに生ずる張力 P と上述の D の式に依り計算されるストランドの径の縮小と，ストランドの接触に依るストランドの中心軸の近寄りも考慮すれば，本報告と略々同様の過程を繰り返す事に依つてトワインの外径 D とトワインの伸び ε との時間的関係，並びに張力 P と ε の時間的関係も理論的に誘導され，D の式として

$$D = D_0 (1-\varepsilon s) - 2/\sqrt{3} K'' D_0^{-2/3} E^{2/3} \left(\frac{P \sin\theta}{\sqrt{3} R}\right)^{2/3}$$

但し，D_0 は無負荷に於けるトワインの外径，θ はストランドの軸とトワイン軸に垂直な平面とのなす角度，K'' はストランドとストランドの接触に依るストランドの中心軸の近寄りの係数である。

ストランドの描く螺線の半径 R の式として

$$R = D/2 - D/2$$

トワインの推定張力として

$$P = 3P \sin\theta$$

但し，b をストランドの描く螺線のピッチとした場合には

$$\theta = \tan^{-1}\left[b\,(1+\varepsilon)/2\pi R\right]$$

の各式が導びかれる。

文　　献

1) 石橋　正：撚線ばねに就いて（未刊）.
2) 田内森三郎：1949. 水産物理学，東京.
3) TIMOSENKO, S.: Strength of Material, part II, 556～559.
4) TIMOSENKO, S.; 井坂富士雄・江崎伸市・森徹共訳：1945. 弾性体の力学，292～304，東京.
5) PRESCOTT, J.: 1924. Applied Elasticity, 630～640, London.
6) TIMOSENKO, S：1936. 濱川鑿一・久田俊彦共訳：1940. 挫屈理論，107～116，東京.
7) 深沢文雄・増崎謙二：1953. 網糸の研究—I繊維に就いて— (1)，日本水産学会誌，18 (10)，472～477,
8) 増崎謙二・深沢文雄：1953. 網糸の研究—II糸に就いて (1)，日本水産学会誌，（印刷中）。

THE RELATION BETWEEN CHLORINITY AND SILICATE CONCENTRATION OF WATER OBSERVED IN SOME ESTUARIES. II.*

By

Hiroshi MAÉDA

The velocity and amount of currents, the current towards the offing in shallower layers and that towards the coast in deeper layers in bays nourished by many rivers or in the estuarine waters of large rivers, can be calculated by the KNUDSEN's theorem based on the distribution of chlorinity. OKADA tried to estimate the steady surface current along the coast by the KNUDSEN's theorem, supplementarily using silicate concentration besides chlorinity. His method, however, is not applicable to the currents where iso-lines of silicate concentration and chlorinity are parallel or almost parallel to each other. Actually, the universe correlation coefficient, ρ, between chlorinity and silicate concentration may be regarded as -1 near the estuary. This fact means that iso-lines of these two components are parallel, and consequently any current can not be calculated by OKADA's method. According to YOSHIMURA, the amount of dissolved silicate which can be determined easily and exactly, and is considered to be the most suitable indicator to show the mixing ratio of river water with sea water. I tried, in my previous report, to establish a formula showing the influence of the rivers running into Kojima Bay and Yosa-Naikai from YOSHIMURA's point of view and found that the influence of most rivers could be represented by

$$[SiO_2] + A\,[Cl] = B,$$

but when stagnant that relation was represented by the another fomula

$$[Cl] = \text{const.}$$

The seasonal variation of the influence of the same river and the difference between influences of rivers are easily deducible by comparing the two constants A and B of the above-mentioned formula. I have continued to examine the data given by many authors to test whether the above formula is applicable for other rivers, having different amount of flow and the catchment of different soil and pouring into bays different oceanographical conditions, or not and to know the value of the constants A and B, if the formula is available.

Before entering the subject, I must express my sincere thanks to Prof. Dr. D. MIYADI (Zoological Institute), Prof. Dr. M. ISHIBASHI (Institute of Chemistry) and Dr. T. TOKIOKA (Seto Marine Biological Laboratory) of Kyôto University, and Prof. Dr. I. MATSUI of Shimonoseki College of Fisheries for their valuable advices

*Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 83.

and criticisms given on the present work. Also I wish to record my hearty thanks to Mr. H. AMAKAWA who helped me in drawing figures.

METHODS

At first I have calculated the following values : ——

$$\bar{X}=(X_1+X_2+X_3+\cdots\cdots+X_N)/N,$$

$$\bar{Y}=(Y_1+Y_2+Y_3+\cdots\cdots+Y_N)/N,$$

$$S_X=(X_1-\bar{X})^2+(X_2-\bar{X})^2+\cdots\cdots+(X_N-\bar{X})^2,$$

$$S_Y=(Y_1-\bar{Y})^2+(Y_2-\bar{Y})^2+\cdots\cdots+(Y_N-\bar{Y})^2,$$

$$C=(X_1-\bar{X})(Y_1-\bar{Y})+(X_2-\bar{X})(Y_2-\bar{Y})+\cdots\cdots+(X_N-\bar{X})(Y_N-\bar{Y}).$$

Here, X*i* and Y*i* are the chlorinity and the concentration of silicate each sample respectively. Then the regressioe equation is settled as

$$[SiO_2]=\beta_0+\beta_1[Cl]$$

b_0 and b_1, which are estimates of β_0 and β_1, are calculated by the following formulae:

$$b_0=\bar{Y}-b_1\bar{X},$$

$$b_1=C/S_X.$$

In order to find the significance level of the formula, $\triangle=S_Y-C^2/S_X$ and $F_0=\dfrac{C^2(N-2)}{S_X\triangle}$ are computed, setting the null hypothesis that the universe correlation coefficient (ρ) is zero. Then F_0 is compared with the value in F-table.

RESULTS

Miho Bay is situated along the southeastern coast of Shimane Peninsula and separated from Nakano-umi by a sand barrier named Yumigahama. Two rivers,

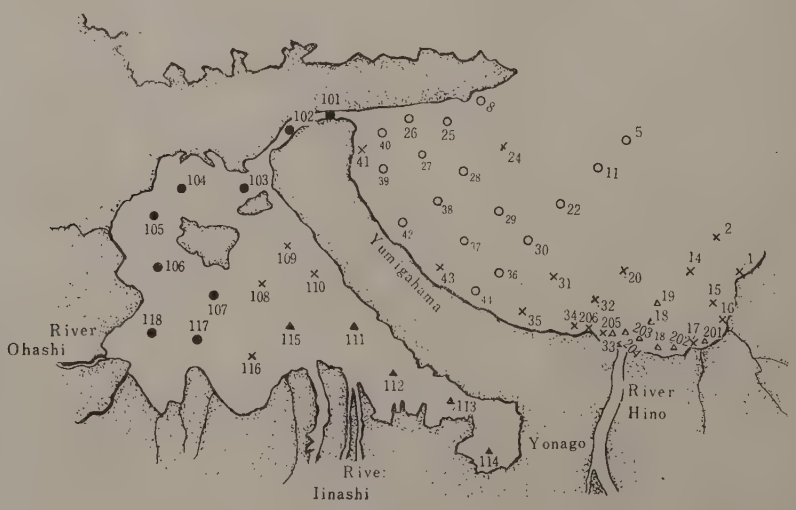

Fig. 1. Map of Miho Bay and Nakano-umi, showing the stations (MIYADI *et al.* :Oct. 24—27, 1951).

Table. 1.

Name of bay	Name of river	Date	Size of sample	Fo	F	Level of signif.	Constant of formula A	B	C
Miho Bay	Water flowed from Nakano-umi		17	109.00	10.798	0.005	168	3,400	—
	Hino (1)	'51,X,24—26	10	124.84	14.688	0.005	669	13,600	—
	Hino (2) (except St.203)		9	30.27	18.236	0.005	331	7,400	—
Nakanoumi	Iinashi (surface)	'51,X,27	6	—	—	—	—	—	7.4
	Iinashi (bottom)		5	—	—	—	—	—	13.2
	Ôhashi (surface)		9	7.087	5.5914	0.005	294	4,030	—
	Ôhashi (bottom)		7	40.91	22.785	0.005	242	4,870	—
Suruga Bay	Fuji	'34,XI,1	9	197.06	16.236	0.005	590	11,260	—
Lake Hamana		'34,XI,12—17	14	242.76	11.754	0.005	875	13,730	—
	(except St.16)	〃	13	52.91	12.226	0.005	750	12,260	—
		'35,I,29—II,2	12	21.023	12.826	0.005	880	14,300	—
	Miyakoda	'35,IV,18—22	13	72.78	12.226	0.005	1036	15,500	—
		'35,VII,22-28	16	—	—	—	—	—	8.3
		'35,IX,6	12	45.20	12.826	0.005	800	8,080	—
	(except St. 12)	〃	11	9.84	7.209	0.025	460	6,800	—
	Eastern part of the lake (except St.27&29)	'34,XI,12—17	10	410.67	14.688	0.005	1000	16,000	—
		'35,I,29—II,2	7	106.30	22.785	0.005	865	16,900	—
		'35,IV,18—22	9	22.99	16.236	0.005	355	9,640	—
		〃	7	1.94	1.69	0.25	—	—	—
		'35,VII,22-28	11	15.80	13.614	0.005	1150	20,000	—
		〃	10	4.23	3.458	0.10	—	—	—
	Lake Sanaru	'35,I,29—II,2	5	42.59	34.116	0.01	13,200	28,390	—
	Lake Inohana	'35,IV,18—22	5	28.94	17.443	0.025	650	11,530	

Note : $[SiO_2]$: γ/L , [Cl] : ‰
$[SiO_2] \vdash A\,[Cl] = B$, $[Cl] = C$.

Hino and Nakano-umi, pour the land water into the bay. The data of the observations, made by MIYADI and others during the period from 24 to 26 of Oct. 1951 at the estuarine region of the River Hino to examine in detail the influence of the river water, were used as the material to establish the influence-formula. The influence-formula of the water flowed into Miho Bay from Nakano-umi is established from the data obtained at the stations shown in Figs 1 and 2 by the sign ○, while the formula about the influence of the River Hino upon Miho Bay (1) is based on the data obtained at the stations indicated by the sign △. In the latter case, the values

obtained at the St. 203, located at just the openning of the river, were so far apart from those obtained at other stations that I tried to make the influence-formula of the River Hino (2) on the data, except that of St. 203. As for myself, I rather prefer to adopt the latter formula as the influence-formula of the River Hino.

Nakano-umi is a shallower lagoon; even the largest depth is only 8.2 m. The channel connecting the lagoon with Miho Bay is long and shallow. Moreover the exchange of the water between the lagoon and the open sea is almost impossible by the existence of two islets, Daikon and Enoshima, near the inner openning of the channel. The Rivers Iinashi and Ôhashi, the latter of which leads to Lake Shinji, pour into Nakano-umi to decrease the chlorinity in the inner part of the bay, where the water is remarkably stagnant.

I used the results of the observations pursued by MIYADI and others on Oct. 27, 1951, to find a influence-formulae of the Rivers Ôhashi and Iinashi; namely the results obtained at the stations indicated by the sign ○(surface) and● (bottom) in Fig. 3(● in Fig. 1), where are regard as lying in the area influenced by the River Ôhashi, were used to make the influence-formulae of the surface and the bottom layer respectively. By these treatments, it is found that not only the influence-formula of the surface water but also that of the bottom water is ascribed to the type $[SiO_2] + A[Cl] = B$, that is to say the fact the influence of the river water

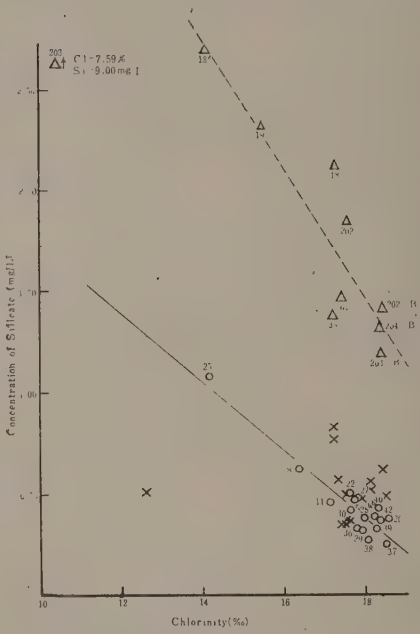

Fig. 2. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by MIYADI *et al.* in Miho Bay (Oct. 24--26, 1951).

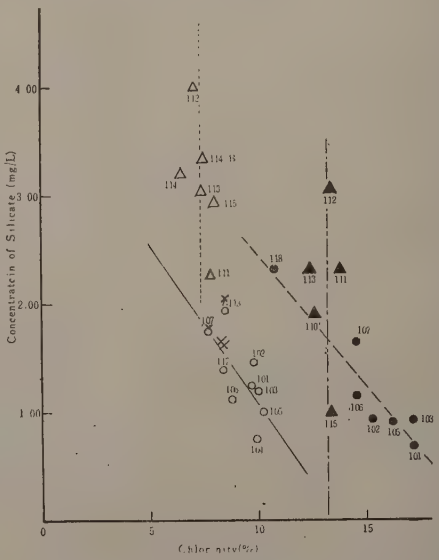

Fig. 3. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by MIYADI *et al.* in Nakano-umi (Oct. 27, 1951).

extends to the bottom in a considerable degree. Against to this fact, F_o of both surface and bottom layers calculated by the above-mentioned treatment from the results obtained at the stations indicated by the sign △ (surface) and ▲ (bottom) in Fig. 3 (▲ in Fig. 1), where are regarded as lying in the area influenced by the River Iinashi, can not be regarded as significant (at 0.05 level of significance).

The variation of silicate concentration is far larger than that of chlorinity in both the surface and bottom layers. Therefore, the formulae showing the influence by the river water in the surface and bottom layers may be represented by $[Cl] = \text{const.}$ which is the type of the formula available in the stagnant water. Thus, it is clear that in this region the influence of the stagnation is far stronger even in the surface layer than that of the River Iinashi, the influence of which is almost negligible. The data obtained at the stations represented by the sign X in Figs. 1 and 3, which are located along the expected boundary between the areas influenced by the Rivers Ôhashi and Iinashi (Fig. 1), are actually plotted in the graph around the crossing-point of the influence-formulae of the Rivers Ôhashi and Iinashi.

Suruga Bay is a large bay situated to the south of Mt. Fuji and is influenced strongly by the oceanic water. The River Fuji pours into the bay at the inner-most part and the river water is carried away from the estuary in the direction of SW along the coast by the anticlockwise stream in the bay, forming the main fishing grounds of *Sergestes lucens* HANSEN. I derived the influence-formula of the River Fuji upon Suruga Bay based on the results of observations pursued by Shizuoka Prefectural Fisheries Laboratory on Nov. 1, 1934, and found that silicate-chlorine relation in this case is represented with considerable accuracy by the formula—type $[SiO_2] + A\,[Cl] = B$, and the influence of the river becomes weaker in the order of St. E→St.D→St.H→St.G→St. B, St. I, St. A, St.F, St.C.

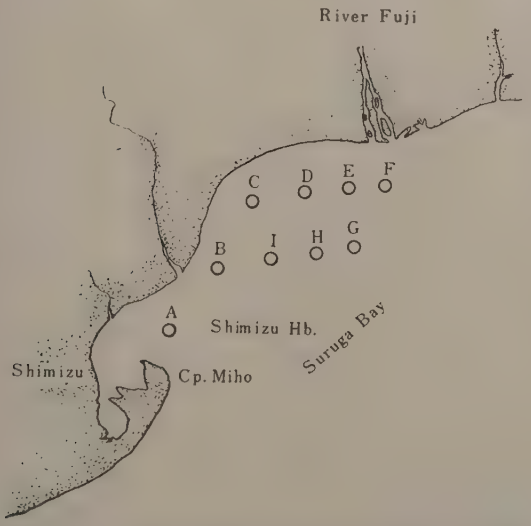

Fig 4. Map of the estuarine region of the River Fuji, showing the stations (Shizuoka Prefectual Fisheries Laboratory : Nov. 1, 1934).

Lake Hamana is a large and sha-llow brackish lake situated about 100 km east of Nagoya. The lake is a little wider than 27km² in area, while the breadth of the channel communicating with the outer sea is only *ca.* 500 m and is shallow. Consequently the exchange of the water is quite inconspicuous and the lake is

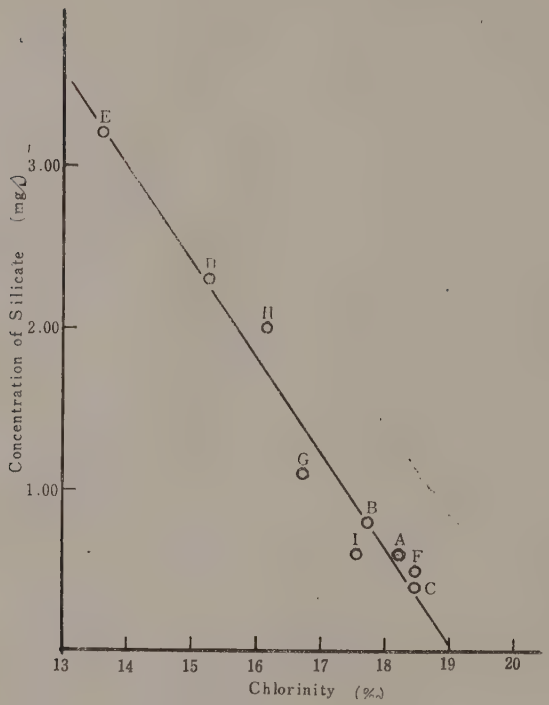

Fig. 5. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by Shizuoka Prefectual Fisheries Laboratory in the estuarine region of the River Fuji (Nov. 1, 1934).

affected strongly by the land water. Thus the cultivations of the oyster, the laver and the eel all of which are adapted for the brackish environment are prosperous in this lake. I derived the influence-formulae in each season. Using the data of five series of observations held by the Hamamatsu Meteorogical Observatory and the Shizuoka Prefectual Fisheries Laboratory.

I have derived the influence-formulae of the River Miyakoda from the data at the stations indicated by the sign ○ in Figs. 6—15 and found that A is 1,040—800 and B is 15,500—8,100 (8,100 is the value observed a little after the heavy rain, when the silicate concentration in the river water probably decreased or besides the river water the rain water having no silicate dilute the chlorinity). Among these 5 cases, the influence of the river was the strongest during the period April 18—22, 1935 and weakest during the period July 22—28, 1935 when it was almost negligible. The degree of the influence is constant in other cases.

I derived the influence-formulae available in the eastern part of the lake (=Kotôbu) using the data obtained from the stations indicated by the sign △ in Figs. 6—15, where are regarded as lying in the area influenced by small streams

Fig. 6. Map of Lake Hamana, showing the stations.
(Hamamatsu Meteorological Observatory : Nov. 12—17, 1934).

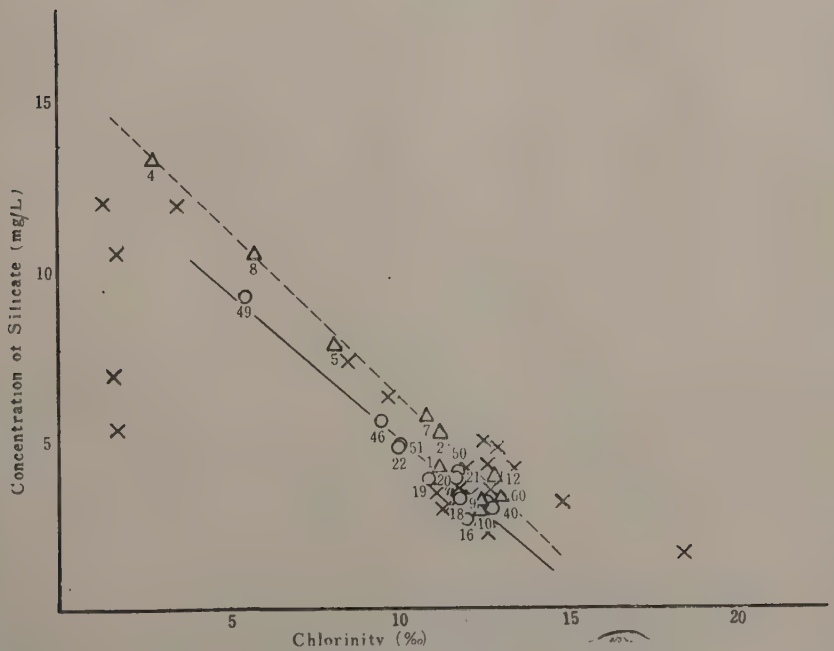

Fig. 7. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by Hamamatsu Meteorological Observatory in Lake Hamana (Nov. 1, 1934).

Fig. 8. Map of Lake Hamana, showing the stations.
(Hamamatsu Meteorological Observatory : Jan.29—Feb. 2, 1935).

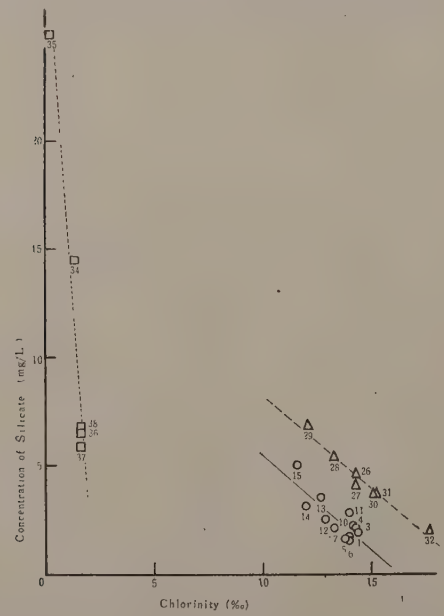

Fig. 9. Silicate-chlorina relation graph drawn on the data of observed by Hamamatsu Meteorological Observatory in Lake Hamana (Jan. 29—Feb. 2, 1935).

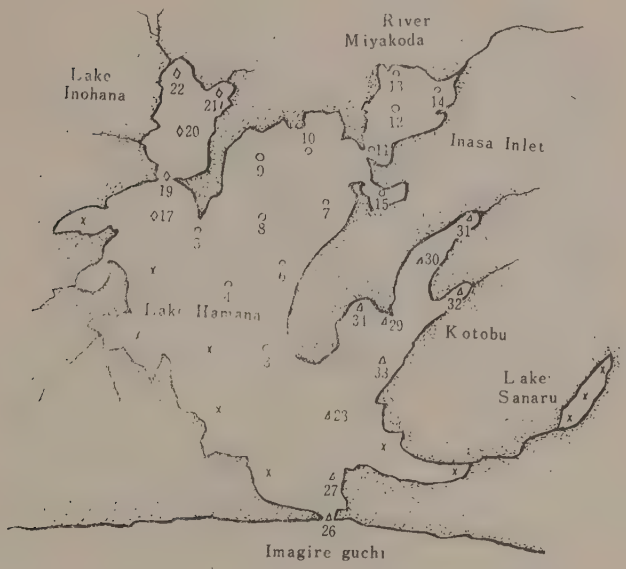

Fig. 10. Map of Lake Hamana, showing the stations.
(Hamamatsu Meteorological Observatory : April 18—22, 1935).

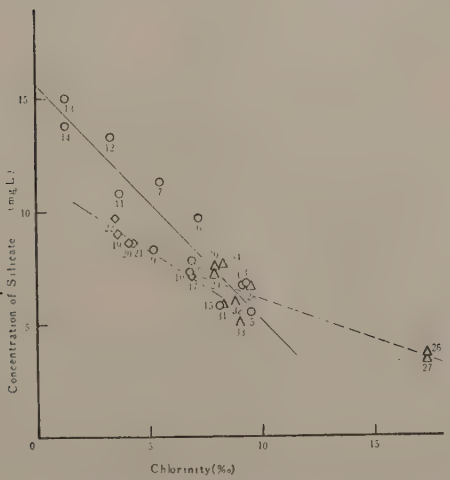

Fig. 11. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by Hamamatsu Meteorological Observatory in Lake Hamana (April 18—22, 1935).

Fig. 12. Map of Lake Hamana, showing the stations.
(Hamamatsu Meteorological Observatory : July 22—28, 1935).

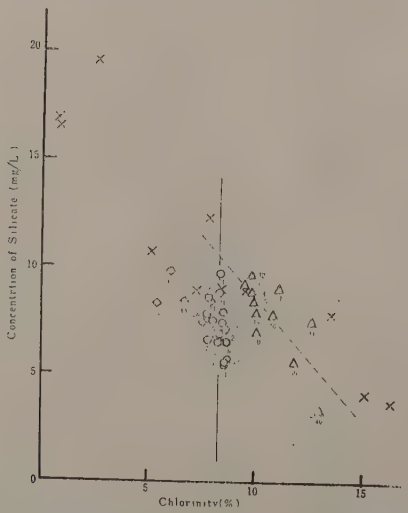

Fig. 13. Silicate-chlorine relation graph drawn on the data of observed by Hamamatsu Meteorological Observatory in Lake Hamana (July 22—28, 1935).

Fig. 14. Map of Lake Hamana, showing the stations.
(Shizuoka Prefectual Fisheries Laboratory : Sept. 6, 1935).

pouring into the eastern part of the lake. In the third observation, F_o calculated from the data obtained at all stations can be considered as significant at 0.005 level of significance, while F_o calculated from the stations except St. 27 and St. 29 (April 18—22, 1935) or St. 40 (July 22—28, 1935), the values at these stations being far apart from the distribution of those at other stations in the graph, can not be regarded as significant even at 0.05 level of significance. Therefore, A and B of the formula in the third observation seem to be different from those in other cases, but I rather think that these values are not so important for the considerations upon the seasonal change of the influence. It may be said safely that A and B in the eastern part of the lake are a little higher than those of the River Miyakoda.

F_o of Lake Sanaru obtained from the results of the second observation may be regarded as significant at 0.01 level of significance; A and B in this case are far larger than those of other rivers. F_o of Lake Inohana in the third observation, estimated from the data at all stations indicated by the sign ◇ in Figs. 10 and 11, may be regarded as significant at 0.05 level of significance, but that estimated from the data at stations except St. 17, the value at which is far apart from those of other stations, is insignificant at 0.05 level of significance. Both A and B in the former treatment resemble to the values of other rivers pouring into Hamanako. F_o of Lake Sanaru and Inohana estimated from the data in other cases

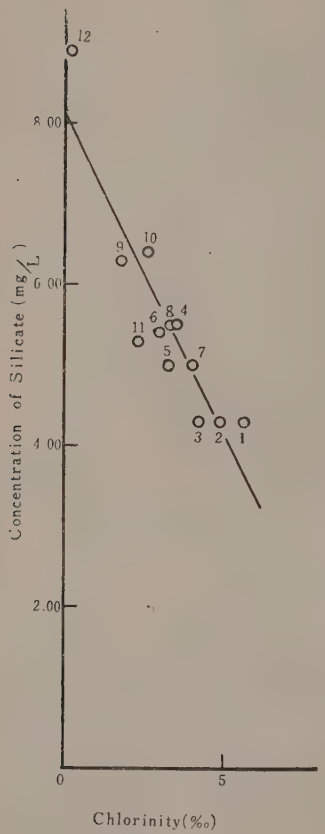

Fig. 15. Silicate-chlorine relation graph drawn on tho data of observed Shizuoka Prefectual Fisheries Laboratory in Lake Hamana(Sept. 6, 1935).

can not be regarded as significant, because the influence of the sea water is far weaker than that of other factors affecting the silicate concentration and chlorinity.

DISCUSSION AND CONCLUSION

In my previous paper I reported that the formula for silicate-chlorine relation for the bottom stagnant water differes from the surface water and is represented by other type of the formula generally shown by $[Cl] = \text{const.}$ But at this time, I found that the silicate-chlorine relation can be represented by this type of formula even in the surface water, when the water is stagnant and the river water can be regarded as being nearly dried up.

To find the relation between the two constants, A and B, in each case listed in table 1, including also the results reported in the previous paper, I tried to derive the relation-formula on these constants by the same methods as adopted in the case of deriving the influence-formula. At this time, X_i and Y_i is replaced by A and B of each formula respectively, and it is found that the relation is represented by the following formula with considerable accuracy.

$$B = 807 + 15.9A,$$

$$F_0 = 406.7, \quad (n_1 = 1,\ n_2 = 21)$$

The relation-formula, $[SiO_2] + A[Cl] = B$, can be determined by only one of the constants, A or B. Thus, the general formula may be transformed into the following form,

$$[Si\,O_2] + A[Cl] = B = 807 + 15.9A,$$

$$\therefore [Si\,O_2] + A([Cl] - 15.9) = 807.$$

The formula becomes $[SiO_2] = 807$, if we set $[Cl] = 15.9$. This means that all relation-formulae pass the point ($[Cl] = 15.9$, $[Si\,O_2] = 807$) or thereabout. Therefore, the difference of the formula can be represented simply by the difference of the inclination, and finally we may be able to make a rough estimation of the influence-formula of a certain river from any one arbitrary sample.

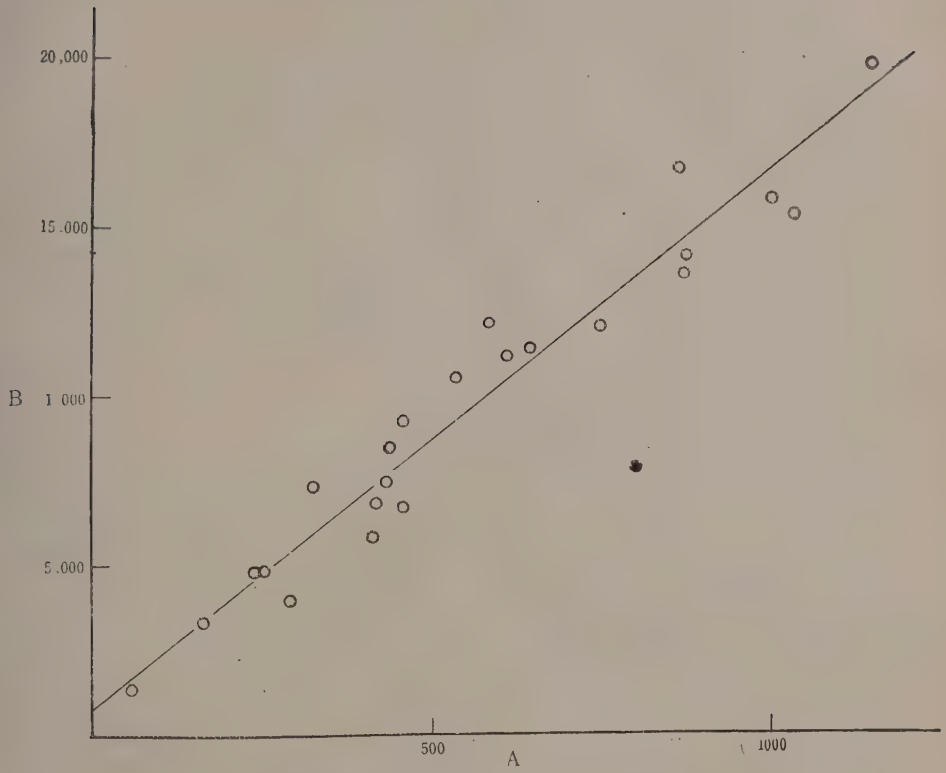

Fig. 16. Relation graph of both constants A and B.
Remarks : The point, (A=800, B=8,080), which seems to be apart from regression line, is obtained from the influence formula of the River Miyakoda upon Lake Hamana in Sept. 6, 1935, after heavy rain.

SUMMARY

1) Many influence-formulae are shown in table 1.

2) Silicate-chlorine relation can be represented even in surface water by the formula $[Cl]$ = const. prevailing in bottom stagnant water, when the water is stagnant and the river can be regarded as being nearly dried up.

3) The relation between two constants, A and B, is represented by the formula: $B=807+15.9A$.

4) All relation-formulae pass through the point ($[Cl]=15.9$, $[SiO_2]=807$) or thereabout.

5) The difference of the formulae can be represented simply by the difference of the inclination, thus we may be able to make a rough estimation of the influence of a certain river from any one arbitrary sample.

LITERATURES.

1) Hamamatsu Meteorological Observatory : 1937. Report of the observations on Lake Hamana, (in Japanese), Hamamatsu Meteorological Observatory.

2) KNUDSEN, M. : 1900. Ein hydrodynamischer Lehrsatz, Ann. d. Hydr., **28**, 316~320.

3) MAÉDA, H. : 1952. The relation between chlorinity and silicate concentration of water observed in some estuaries, Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **2** (2) ,249~255.

4) MIYADI, D. et al. : 1952. Oceanographical conditions and Communities of Miho Bay and Nakano-umi, Contr. Physiol. Ecol. Kyôto Univ., No. 76 (in Japanese).

5) OKADA, M. : 1934. Estimation of the steady surface current in coastal waters based on the observation of salinity and soluble silicate content, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **3** (3),121~124.

6) ———— : 1935. A graphical method of evaluating stream function for ocean current, Bull.Jap. Soc. Sci. Fish., **3** (5),231~234.

7) ———— : 1936. A method of evaluating stream function for ocean current, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **5** (20), 80~84.

8) Shizuoka Prefectural Fisheries Laboratory : 1937. Annual report from Shizuoka Prefectural Fisheries Laboratory (1934--1935), (in Japanese), Shizuoka Prefectural Fisheries Laboratory.

9) SUDA, K. : 1933 Science of the sea, (in Japanese,),p. 434, Tôkyô.

10) YOSHIMURA, S : 1931. Soluble silicate as indicator of extent of inflow of river water into a sea, Gerlands Beitr. z. Geophys., **34**, 393~399.

11) ———— : 1936. Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku, Ser. C, **1** (3),127~155.

工場廃水に関する研究

第 2 報　金属工場廃水の有害成分と水質汚濁に就いて*

赤 築 敬 一 郎

Studies on the Foul-Water Drained from Factories.
2. On the Harmful Components and the Water Pollution of the Foul-Water Drained from the Metal Plants.

By

Keiichiro SYAZUKI

The harmful components and the water pollution of the foul-water drained from the metal plants were investigated at Kudamatu Plant, Tōyōkōhan Co. The results obtained are as follows:

1. The chief harmful components in the foul-water are ferrous sulfate and sulfuric acid resulted from the acid-pickling processes.

2. The foul-water sampled at the drainage mouth contains 1.0×10^{-3} mol/l — 2.5×10^{-3} mol/l of ferrous sulfate, and indicates 2.6—3.0 of the pH value.

3. The foul-water diluted by more than twenty times immediately after drainage is harmless for the aquatic life.

4. The water pollution at Kudamatu Bay is found in the range of one square kilometer from the drainage mouth.

緒　　言

金属工場廃水は無機性廃水として各地に於いて水質汚濁に関する問題を惹起せしめて居る。著者は山口県内海水産試験場の依頼により山口県下の二，三の金属工場廃水を調査する機会を得たが，各工場ともほゞ同様の結果を示した。本報に於いては東洋鋼鈑下松工場廃水の有害成分及びその水質汚濁に就いて報告する。

本調査に際し種々御協力を賜つた山口県内海水産試験場並びに東洋鋼鈑株式会社下松工場研究室の諸氏に対し深謝を呈する。

廃水中の有害成分

東洋鋼鈑下松工場に於ける作業工程の大略を示すと次の通りである。

材料鉄板→材料酸洗→圧延→黒酸洗→焼鈍→白酸洗→鍍金→ブリキ

此等諸工程中廃液の生ずるのは主に酸洗工程である。各酸洗工程に於いて鉄板は第 1，第 2 槽で稀硫酸により酸洗され表面に附着した黒色酸化鉄が除去され，次いで第 3 槽で水洗され

*水産講習所研究業績　第66号

る。原料鉄板中の不純物（Cu, Mn 等）は Fe に比べて極めて微量であり（第1表），従つて酸洗廃液中の有害成分は主に硫酸第一鉄及び遊離硫酸と思考される。

Table 1. Impurities in raw steel-plate.

Element	C	Si	Mn	P	S	Cu
Content (%)	<0.10	tr.	<0.45	<0.05	<0.04	<0.35

酸洗槽に於いては，酸化鉄及び鉄は硫酸と作用して硫酸第一鉄を生成する故にその濃度は漸増し，反対に硫酸濃度は漸減する筈である。かゝる酸洗槽液成分の変化を検討する為に黒酸洗槽液を一定時間毎に採取し$KMnO_4$法によりFe^{++}を定量した（第1図）。第1槽は約10時間毎に，第2槽は約15時間毎に槽液の約半量が10％硫酸と置換されるのでFe^{++}濃度は第1槽0.8～2.0mol/l，第2槽 1.1～1.8 mol/l の範囲で変化をなす。槽液を100倍に稀釈して比色法

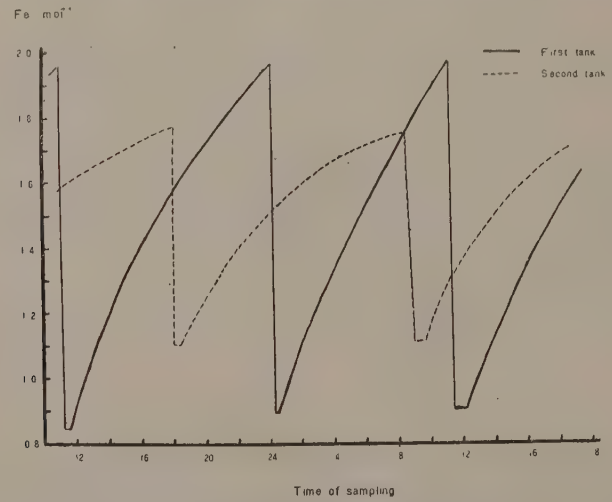

Fig. 1. Changes of ferrous ion in the liquor of the acid-pickling tanks.

によりpHを測定した結果では 2.2～2.6 の範囲で両槽液とも変化をみした。此等の酸洗槽廃液は排棄される事なく処理場に送られ蒸発乾固法により完全に処理されて居る。第3槽即ち水洗槽では常に新しい水が注加され溢れた廃水は排水路に流入する。水洗槽液のFe^{++}濃度及びpHは夫々1.0×10^{-2}～1.7×10^{-2}mol/l及び2.8～3.0の範囲で変化し，その成分濃度は第二槽液の約1/100である（第2表）。工場の排水口で採取した廃水中のFe^{++}濃度及びpHは夫々1.0×10^{-3}～2.5×10^{-3}mol/l及び2.6～3.0の範囲で，Fe^{++}濃度は水洗槽液の約1/10である（第3表）。黒酸洗以外の酸洗槽液のFe^{++}濃度は，材料酸洗では黒酸洗とほゞ等しく，白酸洗では約1/2である第4表）。

本工場に於ける1日当りの排水量（約4,000屯）より毎日排棄される硫酸第一鉄及び硫酸を概算すると夫々約1屯及び約0.2屯となる。

Table 2. Changes of Fe^{++} and pH in the liquor of the water-washing tank.

Time of sampling (hrs)	0	2	3	5	7	8	9	10
Fe^{++} 10^{-2} mol/l.	1.00	1.03	1.19	1.35	1.50	1.60	1.65	1.70
PH	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Table 3. Changes of Fe and pH in the foul-water sampled at drainage mouth.

Time of sampling (hrs)	0	2	3	5	7	8	9	10
Fe^{++} 10^{-3} mol/l.	2.53	1.91	1.52	1.49	2.53	2.28	2.30	2.50
pH	2.6	3.0	3.0	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0

Table 4. Changes of Fe^{++} (mol/l) in the liguor sampled at the acid-pickling tanks.

Name of the acid-pickling process	No. of tank	Time of sampling (hrs) 0	2	5	8
Material	1	1.89	0.78	1.31	1.38
	2	1.81	1.17	1.37	1.62
	3	1.58×10^{-2}	0.98×10^{-2}	1.26×10^{-2}	1.46×10^{-2}
White	1	0.19	0.36	0.44	—
	2	0.14	0.28	0.36	—
	3	0.57×10^{-2}	0.62×10^{-2}	0.64×10^{-2}	—

淡，海水で稀釈した場合の廃水成分の変化

廃水及び硫酸第一鉄溶液を水道水及び海水で稀釈し適当な時間後に稀釈液の Fe^{++} を $KMnO_4$ 法，pHを比色法で定量し，之等の変化を調べた（第5表）。

pHの変化　稀釈直後に硫酸第一鉄溶液のpHが酸性化するのはその加水分解に基因し，又廃水の場合酸性化の著しいのは遊離硫酸を含む為である。稀釈後時間の経過につれpHが若干低下するのは下記反応により硫酸が新生した為と思考される。

$$4FeSO_4+O_2+10H_2O\rightarrow 4\ Fe(OH)_3+4H_2SO_4\cdots\cdots(1)$$

稀釈後2～3時間以降はpHの低下は殆ど認められないが，之れは上記反応が平衡に達した為と考えられる。16倍に稀釈した時はpHの低下は少く24時間後には逆に上昇する。

Fe^{++} の変化　廃水の稀釈率が大きい区を除けば Fe^{++} 濃度は何れも稀釈後漸減する。即ち10～30分後に赤褐色コロイド状物質を生じ，2～3時間後にはその一部は器底に沈澱し，24時間後には上澄液は無色透明となり，硫酸第一鉄では1/4区，廃水では1/16区には殆ど Fe^{++} を検出しない。之は（1）の反応により Fe^{++} が Fe^{+++} に変化し，新生した難溶性 $Fe(OH)_3$ がその溶解積を満足するまで赤褐色の沈澱として析出する為と思われる。海水で稀釈した場合が淡水に比して Fe^{++} の減少が大きく，又廃水が硫酸第一鉄溶液に比して Fe^{++} の減少が小さいのは $Fe(OH_3)$ の析出がpHにより影響を受ける為と考えられる。

その他の変化　pH及び Fe^{++} の変化以外に水中溶存酸素が（1）の反応により当然消費され10mg の Fe^{++} が Fe^{+++} に変化する際 1cc の O_2 を必要とするから，Fe^{++} の変化量より O_2 の消費された O_2 を察知し得る。夏季には水中溶存酸素量が少いから，O_2 の変化も重要である。上記実験結果より見て供試廃水（Fe^{++} 148mg/l，pH 2.6）は排出直後20倍以上に稀釈さ

Table 5. Changes of Fe (mol/l) and pH in the foul- water and ferrous sulfate solution after dilution.

Water used for dilution	Sample	Dilution rate	Time after dilution (hour) 0 pH	0 Fe^{++}	1 pH	1 Fe^{++}	24 pH	24 Fe^{++}
Sea water	Foul-water	1	2.6	148.0	2.6	148.0	2.6	148.0
		1/2	3.2	90.4	3.2	90.4	3.2	90.4
		1/4	6.1	50.6	6.1	49.5	5.9	39.2
		1/8	6.8	31.9	6.6	25.9	6.6	6.0
		1/16	7.4	14.5	7.0	9.4	7.2	0.0
	$FeSO_4$ solution	1	6.0	145.0	6.0	121.0	5.0	112.0
		1/2	6.8	72.0	6.4	62.2	6.2	37.2
		1/4	7.0	42.8	6.5	27.8	6.6	6.0
		1/8	7.1	20.9	7.0	8.4	7.0	0.0
		1/16	7.6	12.0	7.6	2.4	7.8	0.0
		1/∞	8.2	0.0	8.2	0.0	8.2	0.0
Fresh water	Foul-water	1/4	3.0	76.0	3.0	76.0	3.0	76.0
		1/2	4.2	41.4	4.2	41.1	4.1	39.9
		1/8	6.2	25.4	6.0	15.2	6.0	3.2
		1/16	6.8	15.2	6.5	9.7	6.8	0.0
	$FeSO_4$ solution	1/2	6.8	71.2	6.4	56.8	5.4	41.1
		1/4	6.8	40.1	6.6	28.4	6.0	13.9
		1/8	7.0	22.4	6.6	13.9	6.4	0.0
		1/16	7.0	13.6	6.8	6.0	6.8	0.0
		1/∞	7.1	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0

れいば水棲生物に対しほゞ安全であると思はれるが，若し濃厚酸洗廃液（第1図）を未処理のまゝ排棄すれば甚だ危険であると推定される。

下松湾に於ける汚濁状態

調査方法　調査は昭和26年4月6日に第2図に示す14地点につき実施した。採水は北原式中層採水器を使用して表層及び底層から採水した。採泥には Ekman-Birge 採泥器を用い，採

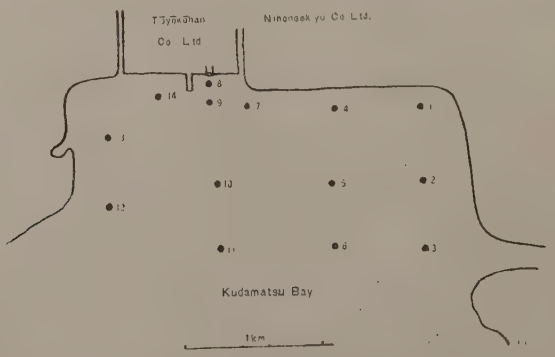

Fig. 2.　Showing the stations of sampling.

取した泥は管瓶に入れ底層水を充して密栓した。水のpHは比色法，Feはロダン鉄法[1]，泥の

Feは重量法，硫化物は富山・神崎法[2]で定量した。

結果及び考察 調査結果は第6表に示す通りである。

Table 6. Sea water and bottom deposits obtained from the stations shown in Fig. 2.

St.	Sea water of surface layer			Sea water of bottom layer			Bottom deposits			
	Temp. (°C)	pH	Fe (mg/l)	Temp. (°C)	pH	Fe (mg/l)	Total sulphidee (‰)	Loss on ignition (%)	Fe (‰)	Depth (m)
1	13.4	8.2	tr.	12.6	8.2	tr.	0.946	6.22	23.8	7
2	12.8	〃	〃	12.4	〃	〃	0.638	11.70	37.0	13
3	12.7	〃	〃	12.2	〃	〃	0.005	2.95	12.6	19
4	12.8	〃	〃	12.6	〃	〃	0.118	6.45	28.8	12
5	12.8	〃	〃	12.2	〃	〃	0.272	9.12	35.2	11
6	12.9	〃	〃	12.6	〃	〃	0.160	8.60	31.0	9
7	13.1	8.0	1.2	12.7	8.0	0.5	1.502	8.90	45.5	9
8	14.2	7.4	3.5	13.2	8.0	2.2	0.396	1.86	100.1	4
9	13.4	7.8	1.5	12.8	8.2	0.6	0.073	7.50	40.5	8
10	13.3	8.0	0.6	13.0	8.2	0.2	0.138	9.20	43.7	10
11	13.0	8.2	tr.	12.5	〃	tr.	0.045	3.60	30.9	15
12	13.3	8.0	〃	12.9	〃	〃	0.132	8.50	38.6	8
13	14.1	7.8	0.7	12.2	〃	0.3	0.098	3.15	39.7	8
14	13.1	7.8	1.2	12.5	8.1	0.8	0.146	13.14	38.1	9

水　質 排水口より一平方km以内の海水は赤褐色を呈し他の地点に比してpHが低く7.1～8.1，Feは多く0.2～3.5mg/lで明らかに本廃水による汚濁が認められるが，汚濁状態が余り著しくないのは前記稀釈実験より見て本廃水が排出直後 40～50倍に稀釈される為であろう。

底　質 排水口より1平方km 以内の底土中には多量の赤褐色夾雑物が混在しFeの含量多くSt.8で100‰，排水口より1kmの地点で40‰内外を示す。灼熱減量は最大13.14%を示すが10%以下の地点が多く，硫化物は最大1.502‰を示すがSt.1及び2にも多量に検出される事より隣接する日本石油工場廃水の影響もあると考えられる。

摘　　要

（1）本廃水の有害成分は主に鉄板酸洗工程より生ずる硫酸第一鉄及び遊離硫酸である。

（2）排水口で採取した廃水は硫酸第一鉄を 1.0×10^{-3}～2.5×10^{-3}mol/l 含有し，pHは3.0～2.6を示す。

（3）本廃水は排水直後に２０倍以上に稀釈されれば水棲生物に対し殆ど安全であるが，濃厚酸洗廃液を未処理のまゝ排棄すれば甚だ危険である。

（4）下松湾に於ける汚濁範囲は排水口より約１平方km以内である。

文　　献

1) 三宅　泰雄：1949．水質分析，小山書店，東京，144～147.

2) 富山哲夫・神崎瑞夫：1951．底土に含まれる硫化物の少量定量法，日本水産学会誌，**17** (4)，115～121.

工場廃水に関する研究

第3報　金属工場酸洗廃液の新処理法に就いて（1）*

赤　嶺　敬　一　郎

Studies on the Foul-Water Drained from Factories.
3. A New Method on Treating the Acid-Pickling Waste Liquor from Metal Plants. (1)

By
Keiichiro Syazuki

The present paper deals with a new method on treating the acid-pickling waste liquor from metal plants. The procedure is as follows:

1. Add concentrated sulfuric acid to the waste liquor, to precipitating the crystal of ferrous sulphate.

2. After the crystal settled perfectly, separate the upclear solution from the crystal.

3. Dilute the separated solution with water, and use again the diluted solution as the acid-pickling liquor.

This experiment was carried out to see temperature and the quantity of added concentrated sulfuric acid affecting the results of the treatment.

The proper quantity of concentrated sulfuric acid was about 10% at high temperature and about 5% at low temperature. With this treatment, the author could remove about 50% of ferrous sulfate out of the waste liquor, and recover 60% of free sulfuric acid.

緒　　言

金属工場に於いては鉄板酸洗工程で多量の硫酸第一鉄及び遊離硫酸を含む廃液を生ずる事を第2報[1]で述べた。此種廃液の処理として従来より石灰中和法及び蒸発乾固法[2]が行われて居るが，前者は多量の石灰，後者は莫大な熱量を要し，又両者共廃液に含まれる0.5mol/l内外の遊離硫酸を未利用のまゝ排棄損失する等の経済的不利，缺点がある。

著者は此種廃液が硫酸第一鉄の飽和溶液である点に着目し，濃硫酸を加えて共通イオンSO_4''を増加させて廃液中の硫酸第一鉄を結晶析出させ，処理液を結晶と分離し適当に稀釈後再び酸洗液として回収使用する循環処理法（第1図）を試み，処理温度，濃硫酸添加量並びに処理結果につき種々検討を行い従来の方法に比して優る結果を得たので，茲に報告する。

* 水産講習所研究業績　第87号。

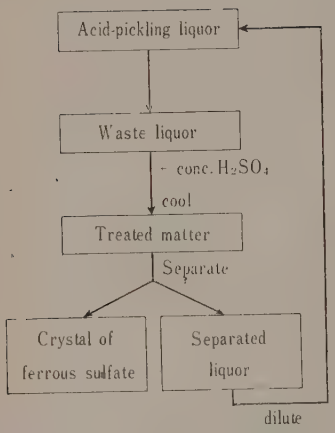

Fig. 1. Method of treating the waste liquor.

実驗及び結果

実驗には東洋鋼鈑株式会社下松工場酸洗廃液(Fë 1.76mol/l, H_2SO_4 0.49mol/l) 及び17.14 mol/l の濃硫酸を使用した。

実驗 I. 本実驗は第1図に示した処理法の可否を明かにする目的で行つた。

廃液 1000ccに濃硫酸を加え 15°C内外の室温迄放冷した後激しく攪拌し結晶を完全に析出させ，処理液を傾斜分離し，処理液は一定量を秤取しKMnO4滴定法によりFe⁺⁺濃度を定量し，結晶は乾燥濾紙上で充分脱水乾燥して全重量を秤量した。之等の実驗値は第一表に示す通りである。

Table 1. Results of the treatment.

Conc. H_2SO_4 added (%)	0	5	10	15
Fë in treated liquor (mol/l)	1.38	1.08	0.83	0.72
Crystal obtained (gr/1)	134	200	254	280

実驗 II. 本実驗は処理温度及び濃硫酸添加量と処理液の Fë 濃度及び分離液量との関係を明らかにする目的で行つた。

廃液 1000ccに濃硫酸を0%～20% 加え 1°C～33°Cの各種温度の恒温槽中で放冷し，結晶が完全に析出した後分離，処理液の Fë 濃度及び容量を測定した。その結果は第2及び第3表に示す通りである。

Table 2. Concentration of ferrous ion in the separated liquor obtained by the treatment (mol/l).

Temp.(°C) \ Conc. H_2SO_4 added (%)	0	5	7.5	10	12.5	15	20
1.0	1.10	0.76	0.66	0.75	0.42	0.37	0.32
7.0	1.22	0.86	—	0.66	—	0.51	—
13.5	1.34	1.02	0.96	0.79	0.72	0.64	0.56
16.5	1.42	1.15	—	0.92	—	0.81	—
20.0	1.60	1.26	1.19	1.06	0.99	0.96	0.87
22.5	1.66	1.41	—	1.19	—	0.98	—
28.5	1.76	1.55	1.48	1.38	1.29	1.25	1.12
33.0	1.76	1.63	—	1.50	—	1.42	—

Table 3. Volume of the separated liquor obtained by the traetment of 1000 ml waste liquor (ml).

Conc.H_2SO_4 added (%) \ Temp. (°C)	33.0	28.5	22.5	20.0	16.5	13.5	7.0	1.0
0	1000	1000	966	952	900	872	831	793
5	1050	1032	958	905	883	834	790	767
10	1092	1021	950	916	872	834	797	775
15	1110	1051	968	944	902	856	820	788
20	1160	1073	1000	985	937	894	855	818

考　　察

東洋鋼鈑下松工場に於いては，酸洗液の Fe⁺⁺ 及び硫酸濃度が夫々約 1.8mol/l 及び約0.5 mol/l になると酸洗作業を中止し，その約半量を廃液処理場に送り新に稀硫酸を加えてFe⁺⁺ 及び硫酸の濃度を夫々約0.9mol/l 及び約1.5mol/l として作業を再開して居る。従つて本処理によりほゞ同成分の酸洗液が回収出来るなら第1図の循環処理法が可能になると思考される。

第1表に示す如く，廃液に濃硫酸を添加すれば多量の結晶が析出し処理液の Fe⁺⁺ 濃度が減少する。処理液の Fe⁺⁺ 濃度は温度が低い程，又濃硫酸添加量が多い程小さ値を示し(第2表)，分離液量は温度が低い程何れも少量となる（第3表）。之等は本廃液が硫酸第一鉄の飽和溶液であり，冷却による溶解度の低下及び濃硫酸添加による共通イオン SO''_4 の増加に起因して液中の硫酸第一鉄が結晶として析出した結果であると思われる。第2表及び第3表の実験値より分離液中 Fe⁺⁺ 量を算出すると第4表の通りとなる。

Table 4. Content of ferrous ion in the separated liquor obtained by the treatment 1000 ml waste liquor (mol).

Conc. H_2SO_4 added (%) \ Temp. (°C)	33.0	28.5	22.5	20.0	16.5	13.5	7.0	1.0
0	1.76	1.76	1.60	1.52	1.28	1.17	1.01	0.87
5	1.71	1.60	1.35	1.14	1.02	0.85	0.68	0.58
10	1.63	1.41	1.13	0.97	0.80	0.66	0.53	0.44
15	1.58	1.31	0.95	0.89	0.73	0.55	0.42	0.29
20	—	1.09	—	0.86	—	0.50	—	0.26

分離液は更に稀釈され再び酸洗液として回収使用されるが，酸洗工程に於ける酸洗液の減量を約3割と見做すと常に一定量の廃液を得るには，回収酸洗液量が原廃液の約1.4倍になる様に稀釈するべきである。従つて稀釈調製した回収酸洗液の Fe⁺⁺ 濃度を0.9mol/l 以下するには分離液中の Fe⁺⁺ は0.9mol×1.4 即ち1.26mol/l 以下であれば良い事になり，第4表より見て15°C以下では濃硫酸を加えなくても処理目的を達するが，回収酸洗液は Fe⁺⁺ 濃度が小さいで程長時間酸洗に使用出来て有利である点より考えると，15°C 以上では勿論の事，低温度でも濃硫酸を多く加える方が良い。然し処理液中の硫酸量を廃液中及び添加した硫酸量より算出すると第5表の如くになり余り多量の濃硫酸を加えると回収酸洗液の硫酸濃度が過大となり循環使用出来なくなる虞れがある。

Table 5. Total content of sulfuric acid in the treated liquor.

Conc. H_2SO_4 added (%)	0.0	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	20.0
Free H_2SO_4 (mol)	0.49	1.35	1.78	2.20	2.64	3.05	3.92

回収酸洗液換言すれば分離処理液中の硫酸量（N_2mol/l）は，原廃液量を1000cc，硫酸第一鉄結晶の比重及び分子量を夫々1.89及び278とすれば次式により算出する事が出来る。

$$N_2 = N_1 \times \frac{V_1}{V_2} \cdots\cdots (1), \qquad V_1 = 1000 + v - \frac{X}{1.89} \cdots\cdots (2),$$

$$X = \left(M_0 - M_1 \times \frac{V_1}{1000}\right) \times 278 \cdots\cdots (3)$$

但し，M_0 及び M_1 は夫々原廃液及び処理液の Fe⁺⁺ mol/l, V_1 及び V_2 は夫々処理液及び分離液の容量 cc, Vは濃硫酸添加量 cc, Xは析出結晶量 gr, N_1 は分離液中の硫酸量 mol とする。

上式に第2及び第3表の実験値（M_0, M_1, V, 及び V_2）と第4表の計算値 N_1 を代入して N_2 を算出表示すると第6表の通りである。回収酸洗液の硫酸濃度を 1.5mol/l 内外にするには分離液中の硫酸量は 1.5×1.4 mol 即ち 2.10 mol 以下でなければならない。分離液の硫酸量が小さい場合は稀釈する際に適当量の硫酸を加えればよい。回収酸洗液の硫酸濃度の点から見ると第6表より濃硫酸添加量は 10% 迄となる。

Table 6. Content of sulfuric acid in the separated liquor obtained by the treatment of 1000 ml waste liquor (mol).

Conc. H_2SO_4 added (%) \ Temp. (°C)	33.0	28.5	22.5	20.0	16.5	13.5	7.0	1.0
0	0.49	0.49	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
5	1.35	1.33	1.29	1.27	1.24	1.21	1.17	1.15
10	2.16	2.14	2.07	2.02	1.98	1.91	1.87	1.82
15	2.99	2.98	2.84	2.78	2.72	2.66	2.59	2.54
20	—	3.72	—	3.41	—	3.33	—	3.24

更に本処理法では処理液と結晶とを分離する際にその一部は結晶に附着残留する。此の不分離処理液中の硫酸は回収出来ず損失する事となる。損失硫酸量を第5表と第6表の硫酸量の差より算出すると第7表の如くになる。損失硫酸量は温度が低い程，又濃硫酸添加量が多い程大きな値を示す。之は不分離処理液量が析出結晶量に比例する為と考えられる。損失硫酸量は少ない方が望ましい故，15°C 以下の低温時には濃硫酸添加量は 10% より 5% が適当である。

Table 7. Content of sulfuric acid in the inseparable liquor obtained by the treatment of 1000 ml waste liquor (mol).

Conc. H_2SO_4 added (%) \ Temp. (°C)	33.0	28.5	22.5	20.0	16.5	13.5	7.0	1.0
5	0.00	0.02	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.20
10	0.04	0.06	0.13	0.18	0.22	0.29	0.33	0.36
15	0.06	0.07	0.21	0.27	0.33	0.69	0.46	0.51

以上の如く，本処理法に於いては濃硫酸添加量は 15°C 以下では5%，15°C 以上では 10% が適当であり，その平均処理結果を概算すると，回収酸洗液の Fe^{++} 及び硫酸の濃度の平均値は夫々約 0.6mol/l 及び約1.5mol/l となり，廃液1000cc当りの損失硫酸量は平均約 0.2mol となる故廃液中の硫酸第一鉄を約 50% 除去し，又遊離硫酸を約 60% 回収する事が出来る。

尚本法を実施するに当つては，鋼鈑中の不純成分（Cu, Mn）が循環処理過程で濃縮され酸洗上悪影響を及ぼす虞れもある故，之れに関しては今後詳細な検討を加えたい。

摘　　要

（1）金属工場酸洗廃液中の硫酸第一鉄を濃硫酸の添加により析出除去し，処理液を結晶と分離後適当に稀釈して再び酸洗液として回収使用する新処理法を創案吟味した。

（2）濃硫酸添加量は低温では 5%，高温では 10% が適当である。

（3）廃液中の硫酸第一鉄を約 50% 除去し，又遊離硫酸の約 60% を回収し得る。

最後に本研究に際し，試料の御送付並びに研究費の御援助を賜つた東洋鋼鈑株式会社に対し深謝の意を表する。

文　　献

1) 赤染敬一郎：1953. 金属工場廃水の有害成分と水質汚濁に就いて，工場廃水に関する研究，第2報，農林省水産講習所報告 3 (2)，75～79..

2) E. F. ELDRIDGE：1942, Industrial Waste Treatment Practice. New York（柴田三郎訳：1948 工場廃水処理，275～728，東京）

鯨血粉の餌料価値について

(1)稚鯉の飼育試験並びに消化率について*

赤築敬一郎・武居　薫・松井　魁

Studies on the Nutritive Value of the Blood-Dust of Whales for Breeding.

1. On the Breeding Test for Carp-Fingerling and the Digestidility of Protein of the Blood-Dust.

By

Keiichiro Syazuki · Kaoru Takesue · Isao Matsui

Studies on the nutritive value of the blood-dust of beasts have been carried out by many investigators. The effect of the blood-dust of whales has not been investigated yet, in spite of cheapness and easiness to get it. Having been attracted by the fact that this blood-dust contained much protein (i.e. about 80%), we carried out this investigation to clear whether it has really the effect of food-stuff or not.

In this paper, we report on the results of the breeding test for carp-fingerling and the digestibility of protein of the blood-dust. The results obtained can be summarized as follows:

1. In three months' breeding period, the growth rate of the blood dust of whales is lower than that of chrysalis meals, but the mortality rate of the former is only 2.3% throughout the breeding period.
2. With the addition of rice-bran, the increase in value of food stuff can not be recognized, but carp-fingerling's liking is harmed.
3. The natural and artificial digestibility of the protein diets—the mixture rate of blood-dust of whales to the wheat flour is 3 to 1— shows 94.7% and 93.9%, respectively.

緒　　言

獣類血粉の餌料価値に関しては，多数の研究があり欧米に於いては家畜飼料及び養魚餌料に実用されつゝあるが鯨血粉は安価で多量に入手し得るに拘らずその餌料価値が未だ明にされていない。著者等は鯨血粉が蛋白質に富む点に着目し，その餌料価値を吟味する目的で本研究に着手した。本報では鯨血粉による稚鯉飼育試験並びに蛋白消化率に就いてのみ報告する。

飼 育 試 験

* 水産講習所研究業績　第88号

実験材料及び方法

鯨血粉は大洋漁業株式会社（下関第二冷凍工場）の冷凍血餅を乾燥粉砕して用い，蛹粉，小麦粉，米糠は市販品を使用した。此等の化学成分は第1表に示す通りである。此等の単一餌料を適当に配合し5餌料区（第2表）を作り，給与餌料は投餌前に熱湯にて煉合し直径20cm，高さ3cm のアルマイト製皿に入れ池底に静かに沈めた。投餌は一日一回午前 10時に行い，投餌量は実験開始時の魚体重の 100分の5 とし飼育中の魚体重の増大を考慮して 10 日目以後は 2 倍，20 日以後は 3倍 に増量した。　供試魚は 孵化後 2週間経過した稚鯉 （平均体重

Table 1. Chemical component in diet (%).

Component / Diet	Moisture	Crude fat	Crude protein	Inorg. matter	Nitrogen Free extract
Whale-blood	12.05	0.82	79.86	2.38	4.89
Rice bran	11.82	16.88	15.33	10.77	45.20
Chrysalis meal	7.41	21.72	65.40	3.22	2.24
Wheat flour	15.75	0.42	11.68	1.74	70.38

Table 2. Composition of materials in diet used in experiment.

Material / No. of pond	Whale-blood (%)	Chrysalis meal (%)	Rice bran (%)	Wheat flour (%)	Nutritive ratio
1	70	—	—	30	1.95
2	60	—	10	30	2.50
3	—	70	—	30	2.45
4	—	—	—	100	6.18
5	50	—	—	50	

0.07g，平均体長 1.43cm）を用い7月10日より10月11日までの 3 ヶ月間飼育した。尙1ヶ月間を以て1期とし第1期8月9日，第2期9月10日，第3期10月11日に生存尾数及び魚体重を測定し，放養尾数は生長に伴う群居密度を調節する為に第1期200尾，第2期100尾，第3期50尾とした。第5餌料区は第3期のみ第1餌料区で2ヶ月間餌育した稚鯉を用いた。又放養尾数を調節するに当つては特大，特小魚を除き平均体重が変化しないようにした。飼育槽は縦1.90m，横0.92m，高さ0.62m のコンクリート池を使用し水深は0.5mに保持し，各池は竹簀で覆い水温を 20～30°C に保ち，池水は1ヶ月毎に入れ換えた。

結果及び考察

各期毎の飼育結果は第3表に，3ヶ月間の平均増重量及び減耗率は第4表に示す通りである。

増重量　3ヶ月間の平均増重量は第3区が最大で，次いで第1，第2及び第4区の順であつた。各期毎に於ける鯨血餅区と蛹粉区とを比較すると第1期では差がないが，第2，第3期と漸時両区の差は大となり，第3期には後者の増重量は前者の4倍弱に達する。両区の餌料栄養比に大差が無いに拘らず（第2表），生長に著しい差を生じたのは，両区の餌料含有成分中に含まれた成長因子が相異するためと考えられる。又第2区は米糠添加によりビタミンB 類の効果を期待したが第1区より劣るのは，此区は摂餌極めて悪く，毎日多量の残餌を認めた事より米糠は稚鯉の嗜好に適しない結果と思われ，第3期に於ける第1区と第5区との生長には差を認めない。従つて栄養比の多少の差異が直接生長に影響するとは考えられないから鯨血粉に適当な物質を配合し，その餌料価値の向上を計る事は可能であり此点に関しては今後研究する必要がある。

Table 3. Results obtained during each breeding period.

Period	No. of pond	Initial number of fish	Number of diet	Average weight of fish (g)	Average increase of body weight (g)	Mortality rate(%)
I	1	200	10	0.25	0.18	5.0
	2	200	46	0.19	0.12	23.0
	3	200	3	0.26	0.19	1.5
	4	200	33	0.13	0.06	16.5
II	1	100	2	0.46	0.21	2.0
	2	100	1	0.39	0.20	1.0
	3	100	16	0.78	0.52	16.0
	4	100	6	0.29	0.16	6.0
III	1	50	0	0.70	0.24	0.0
	2	50	2	0.57	0.18	4.0
	3	50	13	1.71	0.93	26.0
	4	50	2	0.43	0.14	4.0
	5	48	2	0.70	0.24	0.0

Table 4. Average results obtained after three months.

No. of pond	1	2	3	4
Average increase of body weight (g)	0.64	0.50	1.64	0.36
Mortality rate (%)	2.3	9.3	14.5	8.8

減耗率 第1区は各期共斃死魚少く平均減耗率は最小で2.3%，第4及び第2区は第1期にはかなり斃死したがその後の減耗は少く平均10%以下で第1区に次ぎ，第3区は最初の1ヶ月は最小値を示したが，その後漸次増大し第3期には26%となり平均減耗率は14.5%で最大であつた。第3区の減耗率が最大であつた原因として，此区の斃死魚は凡て肝臓が著しく肥大して居た事より蛹粉含有成分（多量の脂肪）に起因する栄養障害に依ると考えられる。又他区の減耗率が比較的小さいのは，本試験が止水式で行われた為各池共緑藻が繁殖し若干の動物性プランクトンの存在も認められ，稚鯉が此等天然餌料の摂取により不足栄養成分を補給した結果と思われる。

蛋白消化率

実験材料及び方法

天然消化率の測定方法は右田・花岡・都築[1]が用いた方法に準じ1尾体重0.3±0.05gの稚鯉（20尾）に就いて行い，人工消化率は富山・石川[2]の用いた方法により測定した。供試餌料は第2表のものを用いた。

結果及び考察

天然及び人工消化率測定結果は夫々第5，6表に示す通りである。天然消化率の平均値は第1区が最大で94.7%，次いで第3区92.9%，第2区66.1%の順であつた。鯨血粉区は蛹粉区に比し多少良好であるが，花岡・古川・小笠原[3]の報告に依れば蛋白消化率は餌料栄養比の小さい程良好となるから，両区の差は栄養比の相異に起因すると思う。人工消化率では第2区が最大で96.7%，次いで第1，第3区の順で，第1及び第3区は天然消化率に比較して若干低い

Table 5. Natural digestibility of protein diet.

No. of pond	Date	Pure protein (mg)					Digestibility (%)
		Supp. of food	Remains	Taking	Excretion	Absorption	
1	1	89.4	43.2	46.2	2.8	43.4	93.8
	2	87.0	42.7	44.3	2.0	42.3	95.5
	3	48.5	38.3	10.2	0.5	9.7	95.0
2	1	67.3	63.7	3.6	1.5	2.1	58.3
	2	67.3	63.3	4.0	1.1	2.9	72.5
	3	45.5	40.9	4.6	1.5	3.1	67.5
3	1	60.6	52.2	8.4	0.6	7.8	92.8
	2	60.9	51.7	9.2	0.7	8.5	92.4
	3	32.0	19.4	12.6	0.8	11.8	93.7

Table 6. Artificial digestiblity of protein diet (%).

No. of pond / No. of experiment	1	2	3
1	93.76	96.31	88.56
2	94.02	97.09	90.47
Average	93.89	96.70	89.51

程度に過ぎないが第2区では著しく高い。第2区の天然消化率が他区並びに人工消化率に比して著しく低く，且つ測定値が一致しないのは，摂餌量が少く，又排泄槽に移した後に摂取した餌料を吐き出す現象が認められ，之等に起因する誤差と考えられる。此の結果からも米糠添加は稚鯉の嗜好性を害し鯨血粉の餌料価値向上に対しての効果が無いと言える。

摘　　要

1．鯨血粉の餌料価値を吟味する為，稚鯉飼育試験並びに蛋白消化率測定を試みた。
2．3ヶ月間の飼育試験では鯨血粉は蛹に比して生長の点で劣るが減耗率は低く2.3%であつた。
3．米糠を添加しても鯨血粉の餌料価値の向上は認められず，却つて稚鯉の嗜好性を害した。
4．鯨血粉と小麦粉とを 3：1 に配合した餌料蛋白の天然消化率は 94.7%，人工消化率は 93.9%であつた。

終りに臨んで飼育試験に終始御協力を頂いた西田隆英氏並びに鯨血粉を寄与された大洋漁業株式会社に深謝の意を表する。

文　　献

1）右田正男・花岡資・都築清：1937. 植物性養魚人工餌料試験，第1報 2・3 糖質の養鯉人工餌料としての栄養価値，水産試験場報告，**8**，99～103.
2）富山哲夫・石川　策：1938. 魚粉の人工消化率の一新改良測定法，日本農芸化学会誌，**14** (8)，989～998.
3）花岡　資・古川　厚・小笠原義光：1949. 魚類の栄養に関する研究，第1報，餌料栄養比の異る場合の蛋白消化率，日本水産学会誌，**14** (5)，219～222.

THE USEFULNESS OF THE ECHO-SOUNDER AS THE DETECTOR FOR SARDINE SCHOOLS FROM THE STATISTICAL POINT OF VIEW. *

By

Itsuro TESHIMA

In this paper sardine catches by a group of the boats equipped with the echo-sounders as the detectors for the schools of sardine are compared with those of another group without echo-sounders. Thereby, the author comes to the conclusion that the usefulness of the echo-sounder as the detector can not be denied at 0.005 level of significance.

(1)

In February 1950, in order to certify the usefulness of the echo-sounder noised about suddenly as the detector for the schools of sardine, the author examined statistically on the records of sardine obtained from the Fisheries Cooperations of Narao and Iwase-no-Ura in Goto Islands. The result of the investigation was published in a report by the prefectural authorities in Nagasaki at that time. In this present report the same data were examined in a different way from the former.

Since 1948 the several boats have equipped with the echo-sounders for detecting schools of sardine, but unfortunately these devices were scarcely effective. However, since November 1949 some boats gained repeatedly big catches not attained till then. Since then enthusiastically boats were equipped with echo-sounders.

At the time of author's investigation, the number of boats equipped with echo-sounders was not so big that by random sampling records of catches of only twenty boats were chosen, a half of them was equipped with the echo-sounders and the rest of them was not. Moreover not all twenty boats sailed fishing frequently during two examined months, December 1949 and January 1950. Therefore, from the records, the author could choose only ten days at random.

Both mean values of sardine catch a day and standard deviations are shown in Fig. 1. The mean value of mean catches a day per boat equipped with a echo-sounder amounts to 1.8 ton., and that the non-equipped 1.4 ton. Without due

* Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 89.

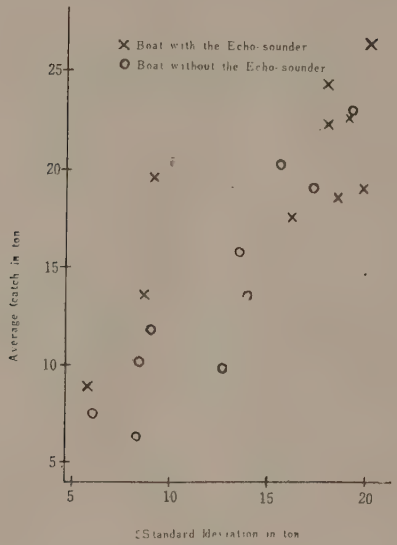

Fig. 1. The relation between average catch and standard deviation.

consideration, we must not conclude that this difference between two mean values is significant, because their standard deviations are too big, amountng to 1.7 ton. and 1.4 ton. respectively.

Fig. 1 shows that means and standard deviations tend roughly to be proportional. Therefore transforming the values of recorded catches into square roots, the author made an analysis by means of the method of analysis of variance. The result of the computation is as follows.

Table 1.

Factor	Degree of freedom	Unbiased estimate
Grouping of boats	1	2079
Between days	9	1533
Interaction	9	411
Error	180	233

From this computation, as to the echo-sounder we may conclude that the usefulness of it cannot be denied statistically at the 0.005 level of significance.

(2)

Due to the statistical analysis above-mentioned, the echo-sounder would be very effective for detecting sardine schools. Though the difference of the catches between

two groups of boats owes presumably, of its greater part, to whether echo-sounders are equipped with or not, such boats that were equipped with echo-sounders by enterprising owners taking the lead of the new application would have gained more catches than others, if they had nad no echo-sounders. Therefore to make this question clear, it is necessary to examine their records of catches when those boats were operated without echo-sounders.

Then the records during the period of autumn 1949 were examined for this purpose. In this period only eight boats had not yet been equipped with which were equipped with echo-sounders later. Among ten non-equipped boats examined in the preceding section, the author chose eight boats at random for comparison. The mean values of catches and standard deviations during this period are shown in Fig. 2. The mean value of catches by the group of boats which were equipped

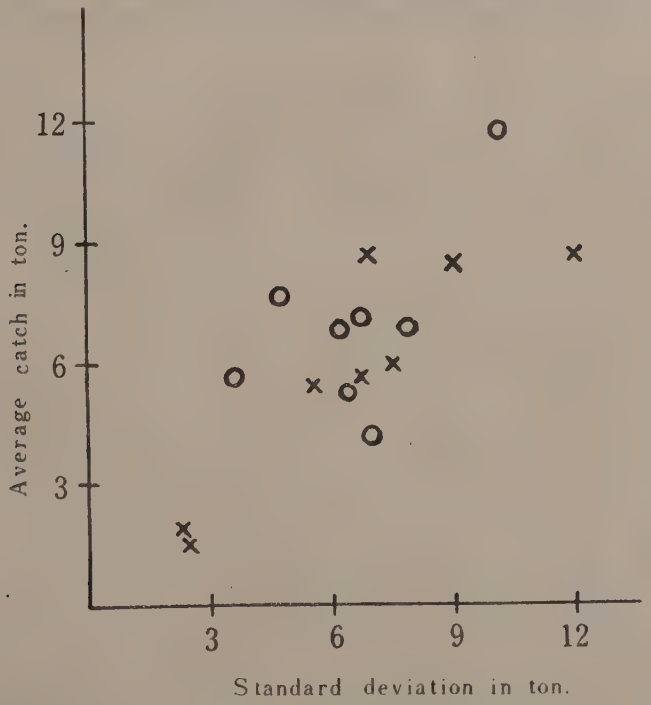

Fig. 2. The relation between average and standard deviations of catch.

later with echo-sounders amounts to 7.3 ton, while that of the another group 8.8 ton. The difference between two mean values would be insignificant because of their big values of standard deviation. From Fig. 2 we may assume that mean catches and standard deviations during this period tend, alike to the preceding section, to be proportional. To test the significance of the difference between these two mean values, the data transformed into square roots are analysed by the

method of analysis of variance.

The result of the analysis is as follows.

Table 2.

Factor	Degree of freedom	Unbiased variance
Grouping of boats	1	268.1
Between days	7	191.8
Interaction	7	49.2
Error	112	148.7

Due to the relatively low value of unbiased estimate of variance, the difference of catches between two groups is almost insignificant even at the 0.2 level of significance. Thus according to this additional examination, the usefulness of the echo-sounder as the detector of sardine schools is confirmed strongly.

Acknowledgement

The author wishes to express his sincere thanks to Mr. I. Tsutsumi, chief of the Fisheries Section of Nagasaki Prefectural Authorities, and to Dr. S. Tateishi for their supports in carring out this investigation.

昭和28年11月5日 印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和28年11月10日 発行　農林省水産講習所

下関市長崎町2281番地　下関市長崎町2281番地
印刷者 藤田永之進　印刷所 瞬報社写真印刷株式会社

PRINTED BY SHUMPOSHA Co., Ltd.
SHIMONOSEKI, JAPAN